

**ZUSTAND UND ENTWICKLUNGSDYNAMIK
DER HOCHLAGENWÄLDER DES
WERDENFELSER LANDES**

HEINZ LÖW

München 1975

1976

ZUSTAND UND ENTWICKLUNGSDYNAMIK DER HOCHLAGENWÄLDER DES WERDENFELSER LANDES

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades des
Fachbereichs Forstwissenschaft der
Ludwig-Maximilians-Universität München



vorgelegt von

HEINZ LÖW

Dezember 1975



Berichterstatter : Prof. Dr. Burschel
Prof. Dr. Kreutzer
Prof. Dr. Franz

Tag der Promotion : 25.2.1976

ZUSTAND UND ENTWICKLUNGSDYNAMIK
DER HOCHLAGENWÄLDER DES WERDENFELSER LANDES

	<u>Seite</u>
1. Einleitung und Problemstellung	1
2. Untersuchungsgebiet	4
2.1 Wahl des Untersuchungsgebiets	4
2.2 Kurze Charakterisierung des Untersuchungsgebiets	5
2.2.1 Lage	5
2.2.2 Klima	6
2.2.3 Geschichtliche Entwicklung	7
2.2.3.1 Entwicklung des Grundeigentums	7
2.2.3.2 Entwicklung der Forstrechte	7
2.2.4 Wildstand	8
3. Untersuchungen über hochgelegene Gebirgswälder des Alpenraums	
- Literaturübersicht -	10
3.1 Einzeluntersuchungen	10
3.1.1 Hochgelegene Urwälder und urwaldnahe Wälder	10
3.1.1.1 Subalpiner Fichtenurwald Scatlè/Brigels	11
3.1.1.2 Fichtennaturwaldreservat Rauterriegel	12
3.1.1.3 Urwaldnaher, subalpiner Lärchen-Fichtenwald im Lungau	13
3.1.1.4 Urwald Rothwald	14
3.1.1.5 Urwaldrest Neuwald beim Lahnsattel	15
3.1.1.6 Natürlich erwachsene Fichten-Tannen-Buchen-Bestockungen in den Bayerischen Alpen	15

	<u>Seite</u>
3.1.2 Anthropogen beeinflusste Hochlagenwälder	17
3.1.2.1 Aletschwald	17
3.1.2.2 Subalpiner Fichtenwald Schloßberg/Lienz	18
3.2 Waldaufnahmen größerer Gebiete (Inventuren)	20
3.2.1 Hochlagenbestände Tirols	20
3.2.2 Inventur des Schweizerischen Nationalparks	20
4. Untersuchungsmethode, Aufnahmeverfahren und Auswertung	22
4.1 Untersuchungsmethode	22
4.1.1 Wahl des Stichprobenverfahrens	22
4.1.2 Anzahl und Anordnung der Stichproben, Flächenrepräsentation	23
4.1.3 Größe und Form der Probeflächen	24
4.1.4 Vergleich mit anderen Inventuren	24
4.1.4.1 Lokale Inventuren	25
4.1.4.2 Großrauminventuren	25
4.2 Aufnahmeverfahren	27
4.2.1 Aufsuchen und Abgrenzen der Probekreise im Gelände	27
4.2.2 Aufnahme der Grunddaten des Probekreises	27
4.2.3 Aufnahme der Bestandeselemente von mindestens 1,30 m Höhe	30
4.2.4 Aufnahme der Bestandeselemente unter 1,30 m Höhe (Verjüngung)	32
4.3 Auswertung und Fehlerrechnung	34
4.3.1 Datenerfassung und Auswertung	34
4.3.2 Fehlerrechnung	34

	<u>Seite</u>
5. Ergebnisse der Auswertung der Probekreisgrunddaten	35
5.1 Untersuchungsgebiet - Übersichtung und Stratifizierung	35
5.1.1 Probekreisübersicht und Flächenaufnahmeprozent	35
5.1.2 Verteilung der Probekreise auf Höhenstufen und Expositionen	36
5.1.3 Geländeneigung der Aufnahmeflächen	38
5.1.4 Geologisches Ausgangsmaterial	39
5.1.5 Standortseinheiten	40
5.1.5.1 Ausscheidung der Standortseinheiten	40
5.1.5.2 Häufigkeit des Vorkommens der Standortseinheiten	41
5.1.5.3 Bodenbildung in Abhängigkeit vom geologischen Ausgangsmaterial	43
5.2 Bringungsverhältnisse	45
5.3 Vorkommen von Bodenvegetation und Latschenbewuchs	46
5.3.1 Bodenvegetation	46
5.3.2 Latschenbewuchs	47
5.4 Waldweidebelastung des Untersuchungsgebiets	47
5.4.1 Waldweidebelastung -probekreisbezogene Erhebung	47
5.4.2 Verhältnis Lichtweide : Waldweide	48
5.4.3 Auftriebszahlen	49
5.4.4 Auswirkungen der Weide auf den Waldzustand	51
5.5 Hanglabilität	53
6. Struktur und Verfassung der Hochlagenbestände	55
6.1 Stammzahlen und Grundflächen als Bestandesdichtekriterien	55

	<u>Seite</u>
6.1.1 Durchschnittswerte	55
6.1.1.1 Durchschnittswerte der Stammzahlen	55
6.1.1.2 Durchschnittswerte der Grundflächen	57
6.1.1.3 Beurteilung der Durchschnitts- werte der Stammzahlen und Grundflächen; Vergleichszahlen	62
6.1.2 Häufigkeitsverteilung	66
6.1.2.1 Häufigkeitsverteilung der Stammzahlen/ha	66
6.1.2.2 Häufigkeitsverteilung der Grundflächen/ha	67
6.1.3 Verteilung der Stammzahlen und Grund- flächen auf Durchmesserklassen	69
6.1.3.1 Stammzahlverteilungskurven	69
6.1.3.2 Anteile der Durchmesserklassen an der Grundfläche	73
6.1.4 Durchmesserspannweiten	75
6.2 Vitalität und Mortalität	76
6.2.1 Anteile der Vitalitätsstufen	76
6.2.2 Vitalitätsunterschiede zwischen den Baumarten	79
6.3 Baumalter	81
6.3.1 Untersuchungsziel und Methodik	81
6.3.2 Alter der Baumart Fichte	84
6.3.2.1 Häufigkeitsverteilung der Alter in den Durchmesser- bereichen	84
6.3.2.2 Statistische Überprüfung der Beziehung zwischen Durch- messer und Alter	88
6.3.2.3 Beziehung zwischen Baumhöhe und Alter	89
6.3.3 Altersangaben für die übrigen Baumarten	93
6.3.4 Durchschnittsalter der Fichte bei Er- reichen von 1,30 m Höhe (Alterszuschlag zum Brusthöhenalter	98
6.3.5 Altersspannweiten auf den Probekreisen	100

	<u>Seite</u>
6.3.6 Vergleich mit Ergebnissen anderer Untersuchungen	101
6.3.6.1 Altersgrenze der Bäume in Gebirgs- und Urwäldern	101
6.3.6.2 Die Altersstreuung und ihre Ursachen	102
6.3.7 Folgerungen	104
6.4 Baumartenanteile	105
6.4.1 Gesamtanteile der Baumarten	105
6.4.2 Vorkommen der Baumarten auf den Probekreisen	108
6.4.3 Bestandesformen	111
6.4.4 Baumartenanteile in den Durchmesser- klassen	117
6.4.5 Zusammenfassende Beurteilung der Baumartenmischung	124
6.5 Schäden an Bäumen und Beständen	125
6.5.1 Schälsschäden	125
6.5.2 Bestandesschäden	125
6.5.3 Fäuleschäden	126
7. Verjüngung	128
7.1 Durchschnittliche Dichte und Verteilung	128
7.2 Häufigkeit der Verjüngungsdichte	129
7.3 Anteile der Baumarten an der Verjüngung	130
7.4 Moderholzverjüngung	133
7.5 Schäden an der Verjüngung	134
7.5.1 Verbißschäden	134
7.5.2 Sonstige Schäden	137
7.6 Einfluß der Waldweide auf die Verjüngung	138
7.7 Zusammenfassende Beurteilung der Verjüngung	138
7.8 Ursachen	140

	<u>Seite</u>
8. Bodenschäden	142
8.1 Hangabtrag durch Schnee- und Wassererosion	143
8.1.1 Entstehung und Schadensbild	143
8.1.1.1 Hangabtrag durch Schnee- erosion (Schneescurf)	143
8.1.1.2 Hangabtrag durch Wassererosion	144
8.1.2 Vorkommen der Hangabtragsschäden durch Schnee- und Wassererosion im Unter- suchungsgebiet	144
8.1.2.1 Häufigkeit	144
8.1.2.2 Verteilung der geschädigten Flächen auf Höhenstufen und Neigungsgrade	145
8.1.2.3 Dichte der Bodenvegetation auf den geschädigten Flächen	146
8.1.2.4 Dichte der Bestockung auf den geschädigten Flächen	147
8.2 Bodenschäden durch Weidetiere (Narbenversatz)	150
8.2.1 Charakterisierung	150
8.2.2 Häufigkeit und Verteilung von Boden- schäden durch Narbenversatz im Untersuchungsgebiet	151
8.3 Erd- oder Felsrutsch	154
8.4 Massensturz (Steinschlag, Felssturz)	155
8.5 Abschürfen des Bodens durch Ernteholz und Schlepper	155
9. Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen	156
9.1 Beurteilung der Bestockungsdichte der Hochlagen	156
9.1.1 Beurteilung unter Zugrundelegung der bisherigen Nutzung	157
9.1.2 Beurteilung anhand des Leistungspotentials des Standorts	159
9.1.3 Beurteilung anhand der Funktionen des Hochlagenwaldes	160

	<u>Seite</u>
9.1.4 Zusammenfassende Beurteilung	163
9.1.5 Folgerungen	169
9.2 Beurteilung der Regeneration des Hochlagenwaldes	169
9.2.1 Ausgangslage	169
9.2.2 Beurteilung der Individuenzahl	170
9.2.3 Beurteilung der Baumartenmischung	173
9.3 Beurteilung der Dynamik des Hochlagenwaldes	173
10. Vorschläge für die Praxis der Waldbehandlung in den Hochlagen	179
10.1 Festlegung der Verjüngungsdringlichkeit der Bestände	180
10.2 Verjüngungsziele	181
10.3 Verjüngungszeitraum	181
10.4 Natur- oder Kunstverjüngung	182
10.5 Hiebsführung	183
10.6 Regelung der Weide- und Wildfrage	183
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	186
Literatur- und Quellenverzeichnis	192

V O R W O R T

Die zunehmende Bedeutung des Alpenraumes und seines Waldes veranlaßte die Bayerische Staatsforstverwaltung, die Forschungsarbeiten in Gebirgswäldern zu intensivieren. Deshalb erhielt das Waldbauinstitut der Forstlichen Forschungsanstalt München im Januar 1973 den Auftrag, eine Zustandserfassung der hochgelegenen Wälder im Raum Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald durchzuführen.

Herrn Ministerialdirigent J. WEINIG schulde ich großen Dank, daß auf seine Veranlassung von der Bayer. Staatsforstverwaltung die nicht unbeträchtlichen Mittel und das erforderliche Personal für dieses Forschungsprojekt zur Verfügung gestellt wurden.

Herrn Prof. Dr. P. BURSCHEL bin ich für seine mir stets zuteil gewordene Beratung und Förderung zu besonderem Dank verpflichtet.

Die Hochlageninventur baut methodisch auf dem von Herrn Prof. Dr. F. FRANZ und Mitarbeitern entwickelten Verfahren der Großrauminventur 1970/71 auf; ihm und Herrn Forstdirektor Dr. R. KENNEL schulde ich für die Überlassung der Aufnahmeanleitung der Großrauminventur und für das damit verbundene "Know-how" sowie für wertvolle Hinweise zu Fragen der Stichprobeninventur großen Dank. Sehr wertvoll waren für mich darüber hinaus die Anregungen von Herrn Dr. P. SCHMID, Birmensdorf/Zürich und Herrn Univ.DoZ. Dr. F. ZÖHRER.

Herrn Prof. Dr. W. LAATSCH danke ich besonders für die persönlichen Mitteilungen von Ergebnissen seiner zum Teil noch nicht abgeschlossenen Forschungen und für wertvolle Hinweise zu den Problemen des Hangabtrages im Alpenraum.

Ohne den unermüdlichen Einsatz der Forstinspektoren H. REINHARDT und A. SCHMIDT wäre es in dem schwer zu begehenden Gelände nicht möglich gewesen, die Außenaufnahmen innerhalb einer

Vegetationsperiode termingerecht abzuschließen. Ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Mein besonderer Dank gilt darüber hinaus Herrn Forstpräsident A. FRANK und Herrn Lt. Forstdirektor M. ZEHENDNER, Oberforstdirektion München, sowie den Beamten der Forstämter Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald, insbesondere Herrn Forstdirektor Dr. F. EHRHARDT, Herrn Oberforstrat O. KALLWEIT und Herrn Forstoberinspektor W. RAUCHENBERGER, die dem Forschungsprojekt jede nur denkbare Unterstützung angedeihen ließen.

Die Auswertung des umfangreichen Materials war nur mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung möglich. Herrn Dipl.Math. E. ELLMANN bin ich für die Erstellung der Rechenprogramme und für die Beratung in mathematisch-statistischen Fragen zu besonderem Dank verpflichtet. Dank schulde ich auch Herrn Oberforstrat Dr. E. KENNEL für seine stete Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Rechenarbeiten.

Herr Forsting. A. YILMAZ übernahm die Altersbestimmung der zahlreichen Bohrspäne und Stammscheiben. Ihm gilt mein aufrichtiger Dank.

Herrn Oberforstrat K. FOERST und Herrn Oberforstrat K. WALD sage ich Dank für die Überlassung der Ergebnisse der Hanglabilitätskartierung und für ihre fachliche Beratung bei der Erarbeitung der Standortseinheiten.

Dank gebührt ferner Herrn Oberforstrat Dr. G. SCHREYER für den mit ihm geführten anregenden Gedankenaustausch.

Herr wiss. Zeichner G. HÖGEL fertigte in bewährter Weise die graphischen Darstellungen. Hierfür möchte ich mich herzlich bedanken. Den gleichen Dank schulde ich Frau I. LUMB für die gewissenhafte Anfertigung der Reinschrift.

1. Einleitung und Problemstellung

Der zwischen Bodensee und Salzach gelegene bayerische Alpenanteil umfaßt etwa 8 Prozent der gesamten Landesfläche. Das anschließende Alpenvorland steht durch die verbindende Wirkung der Fließgewässer in enger Beziehung zum Gebirge. Der Zustand der Gebirgslandschaft und ihres Wasserhaushalts wirkt sich deshalb unmittelbar auf etwa ein Viertel der Landesfläche aus.

Der bayerische Gebirgsraum wird seit sehr langer Zeit intensiv vom Menschen genutzt. Die Grünlandwirtschaft war seit mehr als tausend Jahren die Lebensbasis der dortigen Bevölkerung. Die Gewinnung von Grünland konnte nur auf Kosten des Waldes erfolgen. Ausgedehnte Rodungen zur Schaffung von Lichtweideflächen und zur Absenkung der Waldgrenze, eine vor allem seit dem Spätmittelalter sehr intensiv betriebene Waldweidewirtschaft und eine Holznutzung mit vielfach exploitationsartigem Vorgehen prägten das Bild der heutigen Kulturlandschaft "Alpen".

Während die Bergbevölkerung noch bis ins beginnende 19. Jahrhundert hinein von der Land- und Forstwirtschaft und vom Hausgewerbe lebte, begann gegen Ende des 19. Jahrhunderts eine bis heute noch nicht abgeschlossene Umstrukturierung. Land- und Forstwirtschaft verloren als Lebensbasis der Bevölkerung zunehmend zugunsten des produzierenden Gewerbes, des Handels und des beginnenden Fremdenverkehrs an Bedeutung. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts nimmt der Fremdenverkehr im bayerischen Alpenraum eine dominierende wirtschaftliche Stellung ein.

Mit dieser Umstrukturierung ging eine erhebliche Bevölkerungszunahme einher. So stieg beispielsweise im Landkreis Garmisch-Partenkirchen die Bevölkerung von 1840 bis 1965 um mehr als 600 Prozent an (KARL, 1967). Dies wiederum führte zu einer Ausdehnung der Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen in mehr oder weniger siedlungsfeindliche Räume und brachte eine "zunehmende Empfindlichkeit der Landschaft gegenüber den Fährnissen der Gebirgsnatur" (KARL, 1967).

Der Prozeß der wirtschaftlichen Umstrukturierung, die Ausweitung der Besiedelung und der Infrastruktureinrichtungen sowie die konsumierende Inanspruchnahme der Alpenregion durch den stetig wachsenden Fremdenverkehr weisen auch dem Wald eine neue Rolle in der Landschaft zu. In dem Maße, wie Holznutzung und Waldweide in ihrer Bedeutung abnehmen, treten die "überwirtschaftlichen" Funktionen des Waldes in den Vordergrund. Die Vegetationsform Wald stellt in der Alpenregion geradezu die existenzielle Lebensvoraussetzung für den Menschen dar, denn nur eine dichte Waldbestockung ist in einem Gebiet, in dem infolge der großen Höhendifferenzen und der extremen Klimaverhältnisse gewaltige Naturkräfte wirksam sind, in der Lage, Erosionserscheinungen großen Umfangs zu verhindern und Schutz vor Wildbächen, Muren und Lawinen zu bieten. Hinzu kommt die große Bedeutung des Waldes für die Wasserwirtschaft ganzer Landesteile und für die wichtigen Belange des Fremdenverkehrs.

Für die Bewirtschaftung der Wälder dieses Raumes ist es daher wichtig, zu wissen, ob deren Zustand die Erfüllung der genannten Aufgaben derzeit sicherstellt und auch in Zukunft gewährleisten kann. Dies gilt insbesondere für den Wald in hochgelegenen Gebirgslagen von über 1300-1400 m ("Hochlagenwald"), denn:

- Der Hochlagenwald erfüllt eine besonders wichtige Schutzfunktion, da sich die Abrißzonen vieler Lawinen und die Entstehungszonen gefährlicher Wildbäche und Murgänge in diesem Höhenbereich befinden.
- Die Hochlagenbestockung stellt das erste Bollwerk gegen die oberhalb der Waldgrenze abgehenden Lawinen dar und schützt ihrerseits die darunter liegenden Waldteile.
- Fehler und Versäumnisse in der Bewirtschaftung des Hochlagenwaldes sind infolge der Langsamkeit aller Lebensvorgänge im Grenzbereich des Waldwachstums nur schwer zu korrigieren bzw. nachzuholen; zum Teil ist hier mit irreversiblen Schäden zu rechnen.

Die Schutzbefähigung großer Teile des Bergwaldes und dessen künftige Entwicklungschancen werden von mehreren Autoren, die sich aus landeskultureller und wasserwirtschaftlicher Sicht mit dieser Frage befassen, sehr skeptisch beurteilt (DANZ et al., 1971; KARL, 1967; KARL, DANZ, 1969; WICHMANN, 1972). Eine spezielle Untersuchung zur Beurteilung der Situation in den landeskulturell besonders wichtigen hochgelegenen Gebirgswäldern des bayerischen Alpenteiles liegt bislang jedoch nicht vor.

Da Fehler und Versäumnisse in der Behandlung dieser Wälder schwerwiegende Folgen nach sich ziehen und z.T. irreversible Schäden herbeiführen können, ist es notwendig, ein genaues Bild vom Zustand und der Entwicklungsdynamik der Hochlagenwälder zu erarbeiten. Dazu bedarf es der Klärung folgender Fragen:

- Wie ist die derzeitige Struktur und Verfassung der Hochlagenbestände?
 - Welche Bestockungsdichten sind festzustellen?
 - Welche Vitalität weisen die Bestandeselemente auf, wie hoch ist die Mortalitätsrate? Ist ein Zerfall der Bestockung zu beobachten und in welcher Form verläuft gegebenenfalls der Zerfall?
 - Wie setzt sich die Bestockung altersmäßig zusammen und welches Alter können die einzelnen Baumarten in diesen Lagen erreichen?
- Welchen Einfluß haben die bisherigen Nutzungsarten auf die Verfassung der Bestände?
- Wie verläuft die natürliche Regeneration des Hochlagenwaldes?
- Welche Entwicklungsdynamik weisen die Hochlagenbestände auf?
- Gibt es Anzeichen dafür, daß die Hochlagenwälder ihre Schutzfunktion nicht mehr erfüllen und welche Folgerungen sind hieraus gegebenenfalls zu ziehen?

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Wahl des Untersuchungsgebiets

In den höheren Gebirgslagen des nördlichen Alpenrandes wird etwa ab 1300-1400 m Meereshöhe der natürliche Bergmischwald von einer Bestockung abgelöst, die von der Vorherrschaft der Fichte geprägt ist. Für eine Untersuchung dieses Hochlagenwaldes bieten sich die im Werdenfelser Land gelegenen staatlichen Forstämter Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald an, da das Vorkommen von hochgelegenen Wäldern in diesem Raum verhältnismäßig groß ist. Knapp ein Viertel der Holzbodenfläche dieses Gebiets liegt über 1400 m Meereshöhe, wobei als weiterer Vorteil hinzukommt, daß die Wälder oberhalb dieser Höhengrenze überwiegend größere zusammenhängende Flächen decken.

Für die Wahl des Werdenfelser Landes als Untersuchungsgebiet spricht weiter, daß dem Zustand der Hochlagenwälder für den Raum Garmisch-Partenkirchen/Mittenwald eine besonders große Bedeutung zukommt, da hier die Besiedelungsdichte sehr hoch ist, und da Siedlungen bzw. empfindliche Infrastruktureinrichtungen und Fremdenverkehrsanlagen nicht selten unmittelbar bis an hohe Gebirgssstöcke heranreichen. Ohne eine Erhaltung des Schutzeffekts gerade der hochgelegenen Waldbestockung wären dort jedoch größere Schäden auch mit hohem technischen Aufwand nicht zu verhindern.

Für die Abgrenzung der Untersuchungsfläche stellte die Meereshöhe das allein brauchbare Kriterium dar. Zur Untersuchung wurde die gesamte, innerhalb der Forstämter Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald gelegene Waldfläche (Holzboden) oberhalb von 1400 m Meereshöhe vorgesehen. Darüber hinaus wurde, um die Veränderung der Bestockung in der Übergangszone vom montanen Fichten-Tannen-Buchenwald zu der eigentlichen Fichtenhochlagenbestockung verfolgen zu können, das Untersuchungsgebiet bis zu der Untergrenze von 1300 m Seehöhe ausgedehnt; in diesem Bereich zwischen 1300 und 1400 m wurden aus arbeitstechnischen Gründen jedoch nur die

auf Schattseiten gelegenen Waldflächen (Expositionen NW, N, NO, O) in die Untersuchung einbezogen.

Das auf diese Weise abgegrenzte Untersuchungsgebiet umfaßt insgesamt 4660 ha Holzbodenfläche.

2.2 Kurze Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

2.2.1 Lage

Der Bereich der staatlichen Forstämter Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald erstreckt sich beidseits des Oberlaufs von Loisach und Isar. Das Gebiet reicht im Süden, Westen und Osten bis zur österreichischen Landesgrenze und wird hier von den mächtigen Gebirgsstöcken des Zugspitz- und Wettersteinmassivs sowie des Karwendels geprägt. Im Norden reicht der Forstamtsbereich Garmisch-Partenkirchen etwa bis zu einer gedachten Linie zwischen der Ortschaft Wallgau, dem Krottenkopf als der höchsten Erhebung des Estergebirges und der Friederspitze (Abb.1).

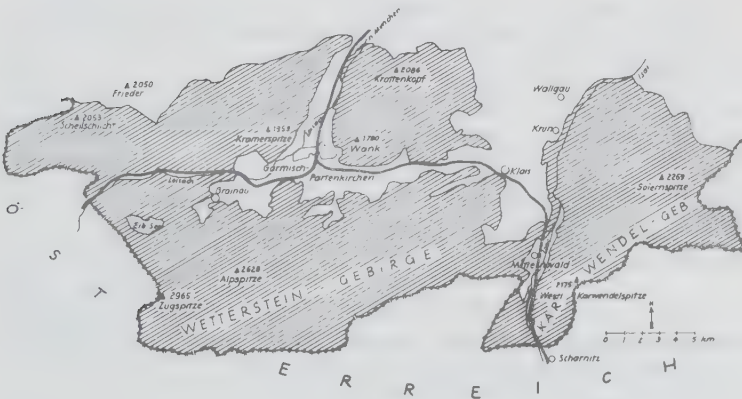


Abb.1: Übersichtskarte der Forstamtsbereiche Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald

2.2.2 Klima

Die mittlere Jahrestemperatur nimmt von $6,6^{\circ}\text{C}$ in Partenkirchen (716 m Höhe) auf $-5,3^{\circ}\text{C}$ am Zugspitzgipfel (2962 m) ab. Dies entspricht einer Abnahme von $0,52^{\circ}\text{C}$ je 100 m Höhendifferenz (HUBER, 1929).

Die Abnahme der Temperaturen mit zunehmender Meereshöhe schafft für den Hochlagenbereich besondere klimatische Bedingungen. Für deren Charakterisierung können anhaltsweise die aus dem Klimatlas von Bayern (DEUTSCHER WETTERDIENST, 1952) entnommenen Durchschnittswerte der Periode von 1881 bis 1930 herangezogen werden:

Mittlere wirkliche Lufttemperatur - Jahr	4°C
Mittlere wirkliche Lufttemperatur - Vegetationsperiode Mai-Juli	10°C
Mittlere Zahl der Eistage (Höchstwert der Temperatur unter 0°C)	50- 70
Mittlere Zahl der Frosttage (Tiefstwert der Temperatur in 2 m Höhe unter 0°C)	140-160

Das Untersuchungsgebiet ist durch hohe Niederschlagsmengen gekennzeichnet. Für die im speziell untersuchten Hochlagenbereich oder in unmittelbarer Nähe gelegenen Stationen werden folgende mittlere Niederschlagssummen (1891-1930) angegeben (REICHSAMT FÜR WETTERDIENST, 1939):

Station	Seehöhe	Jahresdurchschnitt	Vegetationsperiode (Mai - Juli)
	(m)	(mm)	(mm)
Esterberg	1262	1416	524
Fischbachalpe	1403	1760	654
Kreuzeckhaus	1652	1539	558

Für die Station Kreuzeckhaus liegen zusätzliche Angaben über die Dauer der Schneebedeckung vor (CASPAR, 1962). Die mittlere Zahl der Tage mit Schneedecke beträgt hiernach:

Schneehöhe (cm)	Tage
0	186
10	171
20	156
50	120
100	49

2.2.3 Geschichtliche Entwicklung

2.2.3.1 Entwicklung des Grundeigentums

Das Werdenfelser Land - die Forstamtsbereiche Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald umfassen den größten Teil dieses Gebietes - leitet seinen Namen von der alten Grafschaft Werdenfels ab. Das Territorium befand sich seit 1249 über fünf Jahrhunderte im Eigentum der Fürsterzbischöfe zu Freising und fiel im Zuge der Säkularisation im Jahre 1803 an das damalige Kurfürstentum und spätere Königreich Bayern. Mit der Säkularisation gingen auch die ausgedehnten fürsterzbischöflichen Wäldungen dieses Gebietes an den bayerischen Staat über; gleichzeitig jedoch wurden umfangreiche und seit unvordenklicher Zeit bestehende Forstrechte übernommen.

2.2.3.2 Entwicklung der Forstrechte

Holzrechte

Die erste Erscheinungsform der Holzrechte war allgemein ein Bedarfsrecht, dessen Umfang durch die "Hausnotdurft" der jeweiligen Anwesenbesitzer bestimmt wurde. Zu diesen Rechtholzmengen trat im Lauf der Zeit der ständig steigende Bedarf eines fast ausschließlich Holz verarbeitenden Heimgewerbes (Schäffler, Drechsler, Wannenmacher, Wagner, Kistler), dessen Erzeugnisse weitverbreitete Handelsartikel darstellten. Hinzu kam das enorme Holzbedürfnis des fürsterzbischöflichen Hofes zu Freising, doch dürften hiervon überwiegend die tieferen Lagen betroffen gewesen sein. Es ist zu vermuten, daß in den Hochlagen überwiegend eine einzelstammweise Nutzung durch die einheimischen Holzgewerbetreibenden stattfand. Hierbei dürfte jedoch die Entnahme von Starkbäumen zur Gewinnung von Schindelholz einen beträchtlichen Umfang erreicht haben.

Weiderechte

Vermutlich fand die Almweide als Bodennutzungsart im Werdenfelser Land bereits in römischer Zeit Eingang. Bestimmungen über die Ausübung der Weide wurden schon im 7. Jahrhundert erwähnt und sind in den mittelalterlichen "Weistümern" erhalten geblieben (KARGL, 1947). Auch nach dem Übergang des Grundeigentums an die

Fürsterzbischöfe zu Freising gelang es den Bewohnern weitgehend, ihre alten Rechte zu wahren. So war es ihnen auch "unter der milden Regierung des Krummstabs" gestattet, ihr Vieh in den Wäldern des Grundherrn weiden zu lassen. In der Folgezeit erforderte jedoch die zunehmende Bevölkerungszahl das Aufstellen von Wald- und Weideordnungen. Daß diese Anordnungen und Bestimmungen häufige Streitfälle über wichtige Weideplätze nicht verhindern konnten, bezeugen die bis ins 15. Jahrhundert zurückgehenden Weide-, Spruch- und Markungsbrieфе (GÄNSSLER, 1935).

Leider sind von diesen alten Bestimmungen nur sehr wenige erhalten geblieben. Die älteste hiervon ist ein Spruchbrief des Fürstbischöfs Berchtold von Freising aus dem Jahre 1408, in dem dieser den Partenkirchenern den Weidegrund auf der Friederalpe und auf dem ganzen Wetterstein bis ins hintere Reintal zuerkennt. Den Garmischern wurde der Kramerstock bis zur Neidernach sowie das Gebiet um das Kreuzeck und die Alp Spitze als Waldweide zugesprochen (KARGL, 1947). Untrennbar mit den Weiderechten verbunden waren Holzbezugsrechte für die Kaser, Brunnträge und Weidezäune.

Nach der Säkularisation versuchte der Bayerische Staat, die Streitigkeiten im Zusammenhang mit der Weidausübung grundlegend zu regeln und die Eigentums- und Rechtsverhältnisse neu zu ordnen. In den "Werdenfelser Definitivbeschlüssen" (1830) wurde die Weide den Berechtigten als ständiges Forstrecht zuerkannt und deren unentgeltliche Ausübung für das mit eigenem Futter überwinterte Vieh garantiert.

Mit Aufstellung der Forstrechtskataster (für das Forstamt Partenkirchen im Jahr 1871) wurden die Berechtigten (alle vor der Säkularisation in den Gemeinden vorhandenen Anwesen) fixiert und die Weidegrenzen, die Weidezeit, Viehgattung und Auftriebszahlen sowie die Zuschlags- und Nachweiderechte festgelegt und rechtlich endgültig gesichert.

2.2.4 Wildstand

Im Untersuchungsgebiet kommen an für den Waldzustand relevanten Wildarten Rotwild und Gamswild vor; Rehwild spielt nur eine untergeordnete Rolle.

In nachfolgender Übersicht sind zunächst die Rotwildsdichten (Frühjahrsstand je 100 ha) des Jahres 1973 denen des Jahres 1953 gegenübergestellt (Quelle: Oberforstdirektion München):

<u>Forstämter älterer Ordnung</u>	<u>1973</u>	<u>1953</u>
	<u>Soll</u>	<u>Ist</u>
Garmisch	3,5	6,3
Partenkirchen	3,5	3,8
Mittenwald	3,7	4,2

Der Rotwildstand des Jahres 1973 liegt nach diesen Zahlenangaben deutlich über dem des Jahres 1953. Außerdem gelang es bisher noch nicht, den Iststand auf die Sollwilddichte zu reduzieren.

Die zahlenmäßige Entwicklung des Gamswildes wird durch folgende Gegenüberstellung beleuchtet (Angaben je 100 ha spezieller Gamswildfläche):

<u>Forstämter älterer Ordnung</u>	<u>1973</u>	<u>1953</u>
	<u>Ist</u>	<u>Ist</u>
Garmisch	6,4	4,3
Partenkirchen	6,0	2,8
Mittenwald	4,8	2,2

Die Gamswilddichte hat demnach gegenüber dem Stand von vor 20 Jahren deutlich zugenommen.

3. Untersuchungen über hochgelegene Gebirgswälder des Alpenraums

- Literaturübersicht -

Bei den bisher im Alpenraum durchgeführten Untersuchungen über hochgelegene Gebirgswälder lassen sich unterscheiden:

- Aufnahmen und Analysen von Einzelbeständen, Urwaldrelikten und kleineren Waldflächen ("Einzeluntersuchungen")
- Waldaufnahmen größerer Gebiete von mehreren tausend Hektar ("Inventuren")

3.1 Einzeluntersuchungen

Angesichts der meist geringen Flächengröße war bei den Untersuchungsobjekten eine sehr detaillierte Analyse der Bestandesstrukturen und -dynamik möglich.

3.1.1 Hochgelegene Urwälder und urwaldnahe Wälder

Die Waldforschung befaßte sich erst relativ spät mit den Lebensvorgängen in von Menschen unbeeinflussten Wäldern. Mit Recht weist LEIBUNDGUT, 1959, darauf hin, "daß unser waldbauliches Wissen größtenteils auf praktischen Erfahrungen und Forschungen beruht, welche in naturfremden und künstlichen Wirtschaftswäldern gewonnen und durchgeführt wurden". In den Wirtschaftswäldern überdeckt jedoch der direkte oder indirekte Einfluß des Menschen in einem quantitativ nur schwer zu bestimmenden Ausmaß die den Lebensvorgängen zugrundeliegenden naturgesetzlichen Abläufe.

Wälder, die von menschlichen Einflüssen verschont blieben und in denen daher die natürlichen Gesetzmäßigkeiten ihres Aufbaus und ihrer Entwicklung am deutlichsten erkennbar sind, verdienen deshalb heute ein großes wissenschaftliches Interesse. HILLGARTER, 1971, weist darauf hin, daß der Erforschung der Strukturen und der Dynamik von Urwäldern der Gebirge hierbei eine besonders große Bedeutung zukommt, denn:

- Infolge der nicht oder kaum mehr kostendeckenden Nutzung vieler Gebirgswälder rückt das Problem in den Vordergrund, ob und wie sich diese Bestockungen selbst erhalten können. Dies kann jedoch nur nach eingehender Untersuchung des natürlichen Waldaufbaus abgeschätzt werden.
- Der Aufwand für die Waldbehandlung sollte durch eine Ausnützung der Selbstregulierungskräfte gesenkt werden. Hierzu ist eine genaue Kenntnis der natürlichen Strukturformen und der Walddynamik nötig.
- Für die Entwicklung rationeller Verjüngungsverfahren ist eine genaue Kenntnis der natürlichen Waldregeneration aufschlußreich.
- Unbeeinflusste Wälder geben Auskunft über die potentielle Leistungsfähigkeit der vielfach durch Waldweide und hohe Wildbestände beeinträchtigten Gebirgswälder.

Im Gegensatz zum osteuropäischen Raum sind jedoch in Westeuropa Urwälder äußerst selten. Dies trifft selbst für die hochgelegenen Lagen der Gebirge zu. Die Vorstellung, daß die Hochgebirgswaldungen heute noch zu dem wenigen gehören, was in seiner natürlichen Urwüchsigkeit aus der Vergangenheit erhalten blieb, ist ebenso romantisch wie falsch. Der Wert des Holzes war in der zurückliegenden Zeit ungleich höher als heute, so daß zur Gewinnung dieses wichtigen Rohstoffes auch die schwierigsten Bringungsprobleme gemeistert wurden. Es muß deshalb davon ausgegangen werden, daß in den allermeisten Gebirgswaldungen in den zurückliegenden Jahrhunderten irgendwelche Nutzungen stattfanden. Hinzu kommt, daß eine intensive Waldweidenutzung auch die entlegenen Gebiete erfaßte und den Zustand des Waldes beeinflusste.

Bei einem Teil der untersuchten urwaldartigen Bestockungen kann deshalb ein - wenn auch sehr weit zurückliegender - direkter oder indirekter anthropogener Einfluß nicht ausgeschlossen werden. Die Untersuchungsobjekte können jedoch zumindest als Urwald im weiteren Sinne angesprochen werden, da "keine offensichtlichen Auswirkungen des menschlichen Einflusses mehr sichtbar sind" (LEIBUNDGUT, zit.b. MAYER, 1967a).

Im folgenden werden die Ergebnisse der wichtigsten diesbezüglichen Veröffentlichungen zusammengefaßt, soweit sie im Bezug auf die eigene Arbeit von Interesse sind.

3.1.1.1 Subalpiner Fichtenurwald Scatlè/Brigels

Der von HILLGARTER, 1971, untersuchte subalpine Fichtenwald Scatlè (8,5 ha) befindet sich bei Brigels im Kanton Graubünden in einer Höhenlage zwischen 1580 und 1780 m. Den Schutz vor menschlichen Eingriffen verdankt dieses Gebiet der Unwegsamkeit des Geländes. Infolge der äußerst ungünstigen Bringungsverhältnisse erfolgten seit Menschengedenken keine Nutzungen. Im Jahre 1909 wurde vom Schweizerischen Forstverein durch eine Ablösung der Nutzungsrechte sichergestellt, daß auch künftig keine menschlichen Eingriffe in diesem Waldgebiet stattfinden.

Der von HILLGARTER, 1971, untersuchte eigentliche Fichtenwald hat eine Größe von 5,72 ha. Von der Baumartenzusammensetzung her ist fast ausschließlich die Fichte vertreten. Das Reservat weist je nach Höhenstufe eine durchschnittliche Baumzahl (lebendes und totes stehendes Material) von 540 Bäumen/ha (Höhenstufe 1587-1686) bzw. 556 Bäumen/ha (Höhenstufe 1687-1786) auf (Kluppschwelle 8 cm BHD). Die durchschnittliche Grundfläche liegt bei 52 bzw. 57 m²/ha. Der untersuchte Wald ist ungleichförmig, nach Bruthöhendurchmessern stark differenziert, ungleichaltrig und stufig aufgebaut.

LEIBUNDGUT, 1959, wies als erster darauf hin, daß man bei der Begehung größerer, standörtlich einigermaßen einheitlicher Urwaldgebiete typische Bestandesbilder in auffälliger Wiederholung, wenn auch mit allen möglichen Übergängen, vorfindet. In der Annahme, daß die verschiedenen Strukturformen in einem genetischen Zusammenhang stehen, bezeichnet LEIBUNDGUT, 1959, diese Typen

als "Phasen"; hierunter versteht er eine "strukturell deutlich unterscheidbare Entwicklungsstufe innerhalb einer bestimmten Waldgesellschaft (Assoziation)".

HILLGARTER, 1971, machte in seiner Untersuchung den Versuch, die im Fichtenwald Scatlè vorkommenden "Strukturformen" im Sinne LEIBUNDGUTS zu analysieren, anhand meßbarer, berechenbarer und gutachtlicher Merkmale gegeneinander abzugrenzen und die Gesetzmäßigkeiten des Strukturwandels aufzuzeigen. Anhand von Kriterien wie Mittelstamm der Oberschicht, Grundfläche, Kreisflächenzuwachsprozent, Schichtung, Stammzahlverteilung und Mortalitätsrate unterschied der Autor folgende Zustandsphasen: Jungwaldphase, Optimalphase, Altersphase, Zerfallsphase.

Die "Waldtextur" wird durch die räumliche Verteilung dieser Zustandsphasen, deren Flächenform und -ausdehnung sowie durch den Flächen-, Stammzahl-, Kreisflächen- und Kreisflächenzuwachsanteil der Zustandsphasen am Gesamtwald gekennzeichnet. Nach den Feststellungen HILLGARTERS treten die Zustandsphasen im Untersuchungsgebiet kleinflächig auf, wobei die Flächen mit einer Größe von unter 200 qm anzahlmäßig überwiegen. Der Autor nimmt daher an, daß der zukünftige Zerfall größtenteils von einer ebenfalls kleinflächigen Altersphase ausgehen wird.

Die Optimalphase ist mit 60 Prozent in der Höhenstufe von 1587 bis 1686 m und mit 33 Prozent in der Stufe von 1687 bis 1786 m flächenmäßig am stärksten vertreten. Allgemein hat jedoch der Flächenanteil der Optimalphase abnehmende und jener der Altersphase zunehmende Tendenz. Bereits jetzt beträgt der Grundflächenanteil der Altersphase 20 Prozent.

HILLGARTER zieht aus seinen Untersuchungen für die Waldbaupraxis im Gebirge die Folgerung, daß bei waldbaulichen Eingriffen auf die äußerst langfristige Bestandesentwicklung und den langfristigen Verjüngungszeitraum von 50 bis 150 Jahren Rücksicht genommen werden muß, wobei jedoch die hohen Baumalter und die bis in starke Durchmesser anhaltende gute Vitalität der Bäume die Durchführung langfristiger Maßnahmen erleichtern. Der Verzicht auf gezielte waldbauliche Eingriffe in den Schutzwäldern würde deren Schutzwirkungen in Frage stellen, da die Bestände im Lauf ihres phasenmäßigen Entwicklungsablaufs einen Trend zur Einschichtigkeit und Gleichförmigkeit aufweisen, die Stufung also nur ein vorübergehender Zustand ist, und da die Naturverjüngung nicht ausreicht.

3.1.1.2 Fichtennaturwaldreservat Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach

Zum Unterschied vom Urwald Scatlè war das von MAYER, 1967a, beschriebene Naturwaldreservat "Rauterriegel" im Mittelalter zweifellos anthropogenem Einfluß ausgesetzt. Seit Menschengedenken fanden jedoch keine Nutzungen statt, so daß das Reservat als Urwald im weiteren Sinne angesprochen werden kann, da keine Auswirkungen des menschlichen Einflusses mehr sichtbar sind.

Bei dem Untersuchungsobjekt (Höhenlage zwischen 1780 und 1920 m) handelt es sich um einen 4 ha großen Fichten-Zirben-Lärchenbestand, in dem die Fichte mit 70 Prozent des Vorrats vor der Zirbe (20 Prozent) und der Lärche (10 Prozent) dominiert.

Das Reservat weist eine durchschnittliche Grundfläche von $56,5 \text{ m}^2/\text{ha}$ (fichtenreicher Teil $60 \text{ m}^2/\text{ha}$) bei einer Stammzahl von 631 Stück/ha (Kluppschwelle 4 cm) auf.

Nach der von MAYER vorgenommenen Beurteilung der Entwicklung des Untersuchungsobjektes befindet sich dieses in "einem sehr weit fortgeschrittenen Entwicklungsstadium von einem vorübergehend plenterartig aufgebauten Bestand zu einem mehr oder minder ausgeprägt gleichförmigen Hochwaldbestand geringer Schichtung und Durchmesserdifferenzierung".

Der Autor stellte weiter fest, daß es sich bei den von ihm strukturell ausgeschiedenen Phasen um echte Alterungsstadien handelt; von der Optimalphase zur Zerfallsphase läuft ein Alterungsvorgang ab. Die Optimalphase tendiert zur Gleichaltrigkeit.

Die im Reservat vorgefundene Verjüngung ist mit 82 lebensfähigen Jungwüchsen pro ha unzureichend und gewährleistet keine Kontinuität der Bestockung. Der Grund ist darin zu suchen, daß die dortigen Rotwildbestände stark überbesetzt sind.

Bei der Gesamtbeurteilung des Reservats kommt MAYER zu dem Ergebnis, daß in absehbarer Zeit mit einer erheblichen Reduzierung der Schutzwirkungen zu rechnen sei, da der Bestand immer mehr zur Einschichtigkeit tendiere, krisenanfälligere Bestandesstrukturen vorherrschen und nahezu jede Verjüngung fehle.

3.1.1.3 Urwaldnaher, subalpiner Lärchen-Fichtenwald im Lungau

Die von MAYER, 1966, durchgeführte Analyse eines urwaldnahen, subalpinen Lärchen-Fichtenwaldes (*Piceetum subalpinum*) im Lungau vermittelt einen Eindruck von der ungewöhnlich hohen Wachstumsleistung eines sich selbst überlassenen Waldes in einer Höhenlage zwischen 1600 bis 1800 m.

Der bei Tamsweg im Lungau gelegene Bestand war zum Zeitpunkt der Untersuchung rd. 105-jährig. Da in den Bestand seit seiner Entstehung nicht eingegriffen wurde und da besondere Anzeichen eines direkten oder indirekten (überhöhter Wildbestand) anthropogenen Einflusses fehlen, besteht nach MAYER ein "Naturwaldcharakter".

Vom Bestandesaufbau her handelt es sich um eine sehr stammzahlreiche, nur noch schwach gestufte Fichtenbestockung mit beigemischten Lärchen. Der Bestand tendiert - typisch für die Terminalphase des subalpinen Fichtenwaldes - zur Einschichtigkeit. Auf einer Probefläche wurden 6614 Individuen/ha gezählt, hiervon 77 Prozent abgestorben oder von reduzierter Vitalität. Es verbleiben jedoch immer noch 1493 lebenskräftige Bäume/ha.

Die Grundfläche dieses im ökologischen Optimum der Fichte liegenden Bestandes ist mit $93,7 \text{ m}^2/\text{ha}$ (einschließlich abgestorbener liegender Stämme) sehr hoch. Hiervon entfallen auf lebenskräftige

Fichten und Lärchen $62,7 \text{ m}^2/\text{ha}$, der Anteil des toten stehenden Materials beträgt ca. 20 Prozent.

Eine Analyse der Kronenlängen, -schirmflächen und -volumen ergab, daß die Fichte noch mit einer ungewöhnlich geringen Kronenausbildung lebensfähig ist.

3.1.1.4 Urwald Rothwald

Der in den niederösterreichischen Kalkalpen in der Nähe von Lunz/Gaming zwischen 940 und 1480 m gelegene Urwald Rothwald stellt mit rd. 300 ha den größten Urwaldrest Mitteleuropas dar (ZUKRIGL et al., 1963). Die natürliche Urwalddynamik wird jedoch durch einen hohen Rotwildbestand stark gestört.

In dem der Gesellschaft des Buchen-Tannen-Fichtenwaldes zugehörigen Urwald befindet sich die Tanne in ihrem ökologischen Optimum; sie ist massenmäßig am stärksten vertreten und erreicht - ebenso wie die Fichte - gewaltige Dimensionen (Höhen über 40 m, BHD bis 114 cm). Die Fichte kommt in Dominanz oder rein nur auf edaphischen und klimatischen Extremstandorten und in einem schmalen Streifen an der Waldgrenze vor. Von den sie umgebenden Wirtschaftswäldern unterscheiden sich die Urwaldbestände deutlich durch das starke Auftreten der Buche; diese überwiegt stammzahlmäßig sogar, bildet jedoch hauptsächlich den Nebenbestand.

Von dem Gesamtkomplex des Rothwaldes wurde ein Teil (56,3 ha, ca. 1000 m Meereshöhe) näher untersucht (ZUKRIGL et al., 1963). Die Ergebnisse können folgendermaßen wiedergegeben werden: Bei einer durchschnittlichen Stammzahl von 453 Individuen pro ha (Kluppschwelle 8 cm BHD) zeigen die Stammzahlverteilungskurven nur bei der Buche den Normalverlauf einer natürlichen Stammzahlverminderung, während bei der Fichte und Tanne in den Durchmesserstufen 14 bzw. 18 cm ein deutliches Abknicken der Kurve zu den schwächeren Durchmessern erfolgt. Die durchschnittliche Grundfläche dieses Urwaldteils liegt bei $51,6 \text{ m}^2/\text{ha}$, der Vorrat von 627 Vfm verteilt sich etwa gleichmäßig auf Fichte, Tanne und Buche.

Einen breiten Raum nimmt in der Untersuchung ZUKRIGLs die Frage nach den Ursachen des zu beobachtenden Mangels an Verjüngungselementen größerer Wuchshöhe ein.

Die beiden ersten Grundbedingungen für das Aufwachsen eines ausreichenden Jungwuchspotentials - Fruktifikation der Altbäume und günstige Standortverhältnisse - dürften im vorliegenden Fall erfüllt sein. Lichtmessungen zeigten, daß der Urwald eine verhältnismäßig große Helligkeit aufweist. Temperaturmessungen ergaben, daß die Minima - verglichen mit einer Freifläche - im Bestand um bis zu 30°C gemindert sind. Die Temperaturmaxima lagen im Wald an bewölkten Tagen um $5-15^\circ \text{C}$, an sonnigen Tagen um $20-30^\circ \text{C}$ unter den Freilandwerten. Erst eine größere Unterbrechung des Kronenschlusses führt zu einer fühlbaren Temperaturerhöhung.

Die Autoren kamen zu dem Schluß, daß die drei Hauptbaumarten in der Verjüngung zwar ausreichend ankommen, eine befriedigende

Assimilationsleistung als Voraussetzung für ein weiteres Hochwachsen trotz relativ großer Durchschnittswerte der Helligkeit jedoch offensichtlich erst bei größerer Freistellung erreicht wird.

3.1.1.5 Urwaldrest Neuwald beim Lahnsattel

Der von MAYER et al., 1972, untersuchte Urwaldrest Neuwald - ca. 30 km östlich des Rothwaldes in ca. 1000 m Seehöhe gelegen - ist infolge der geringen Flächengröße (20 ha) und durch den jahrzehntelang überhöhten Wildbestand in seiner natürlichen Vegetationsdynamik gestört.

Das zum randalpinen Fichten-Tannen-Buchenwald gehörende Reservat hatte in früheren Zeiten einen plenterwaldartigen Aufbau aufzuweisen, ist jedoch durch Einwachsen der Mittelschicht in die Oberschicht, Überalterung und Ausbleiben des Nachwuchses gekennzeichnet. Eine kontinuierliche Entwicklungsdynamik ist nicht mehr gegeben, da die Verjüngungs- und Initialphasen nahezu fehlen, die Terminalphase flächig vorherrscht und die Zerfallsphase schon 14 Prozent der Fläche einnimmt.

Zur Klärung der Ursachen der Verjüngungsarmut des Reservats wurde von MAYER die Verjüngung auf einer Anzahl von Probeflächen aufgenommen. Im Durchschnitt wurden hierbei - vom Sämling bis zur Strauchschicht - insgesamt rd. 82 000 Individuen pro ha vorgefunden. Auch nach der ersten starken Selektion verbleiben noch 28 500 Individuen pro ha von 10 cm Wuchshöhe und darüber. Zwischen einer Durchschnittshöhe von 15-30 cm setzt dann plötzlich ein stärkerer Verbiß ein, der ab einer Wuchshöhe von 40 cm ein lebensbedrohliches Ausmaß annimmt. Diese Grenze entspricht etwa der Höhe der durchschnittlichen früh- und spätwinterlichen Schneedecke.

3.1.1.6 Natürlich erwachsene Fichten-Tannen-Buchen-Bestockungen in den Bayerischen Alpen

MAGIN, 1959, gelang es, auch in den in der zurückliegenden Zeit bis an entlegenste Orte holz- und weidewirtschaftlich genutzten Bayerischen Alpen insgesamt 19 urwüchsige Waldbilder aufzufinden, in denen die Dynamik des Wachstumsablaufs der natürlich aufgebauten, ungleichaltrigen und mehrschichtigen Mischwälder aus Fichte, Tanne und Buche verfolgt werden konnte. Da das im Werdenfelser Land zur Untersuchung ausgewählte Hochlagegebiet in seinem unteren Bereich noch Teile dieses montanen Fichten-Tannen-Buchenwaldes erfaßt, liefern die Analysen MAGINs wertvolle Vergleichszahlen für die Beurteilung der Bestockungsdichten, zumal sich mehrere seiner Aufnahmeflächen direkt innerhalb des eigenen Untersuchungsgebietes befinden.

Für einen Bestand in 1400 m Seehöhe, den MAGIN als "Musterbeispiel eines urwüchsigen Bergmischwaldes, bei dem der Dreiklang Fichte-Tanne-Buche harmonisch aufeinander abgestimmt ist", bezeichnet, beträgt die Grundfläche 52,9 m²/ha (Fi: 29,5, Ta: 12,5, Bu: 10,9 m²/ha) und die Stammzahl 761 Bäume/ha. Zu ähnlichen Werten (Grundfläche zwischen 42,4 und 46,7 m²/ha, Stammzahlen zwi-

schen 656 und 825/ha) kommt MAGIN bei gleichfalls im Untersuchungsgebiet gelegenen Hochlagenbeständen aus Fichte, Tanne, Buche und Bergahorn.

Einen Einblick in das komplizierte Wuchsverhalten von Einzelbäumen der montanen Fichten-Tannen-Buchen-Bestände verschaffte sich MAGIN durch Stammanalysen. Auf die hierbei festgestellte bemerkenswerte Fähigkeit der Hochlagenbäume, sehr lange Unterdrückungszeiträume ohne Nachlassen der Wuchspotenz zu ertragen, und auf die Beziehungen zwischen Baumhöhe und Alter wird bei der Interpretation der eigenen Ergebnisse der Hochlagenuntersuchung näher eingegangen werden.

Die darüber hinaus von MAGIN erarbeiteten Untersuchungsergebnisse über Höhen- und Volumenentwicklung des Einzelbaums, über Schichtbildung, Vorratshaltung, Kronenraum und Leistung der Bestände lassen in einer Synopsis den Lebensablauf in montanen Fichten-Tannen-Buchenbeständen erkennen. Danach läßt sich der Lebensweg einer Generation in drei Abschnitte gliedern: Jugendphase, Phase der Vollkraft und Altersphase.

Trotz der steten Verjüngungsbereitschaft dieser Wälder - auf jeder der untersuchten Beispielflächen wurden viele tausend Keimlinge vorgefunden - ist die Assimilationsbasis für ein zügiges Aufwachsen der Verjüngung zu gering. Erst wenn Altbäume aus dem Bestandesgefüge herausbrechen und im Fallen noch Buchenstäng mitreißen, ist die auf den Boden gelangende Lichtmenge ausreichend, damit die neue Generation eine wirkliche Lebenschance erhält. Dieser eigentliche "Verjüngungszeitraum" ist mit 10 bis 20 (30) Jahren verhältnismäßig kurz.

In der sich anschließenden Jugendphase bleiben etwa 2000-3000 Individuen/ha mit einer Höhe bis zu einem Meter übrig. Ungünstige Lichtverhältnisse und damit Mangel an Wärme sind die entscheidenden Faktoren für den lange andauernden Ausscheidungskampf, der schließlich nur 200-500 Bäume/ha überleben läßt, die langsam zur untersten Schicht im Bestand heranwachsen. Nach einem allmählichen Einwachsen in die Mittelschicht entsprechend der individuellen Wuchskonstellation löst hier nach längerer Zeit Gedränge und Druck eine zweite Mortalitätswelle aus. Erst wenn zuletzt die Oberschicht zerfällt, können sich die bisher unterdrückten Angehörigen der Mittelschicht frei entfalten.

Nach der von MAGIN vorgenommenen Interpretation seines Materials formen den Aufbau der montanen Fichten-Tannen-Buchen-Bestände in der Regel 3, vereinzelt auch 4 Generationen, die mit dem Begriff der Schichten weitgehend identisch sind. Die Abstände in der Wellenbewegung der einzelnen Generationen weisen durchschnittlich einen 80- bis 100-jährigen Rhythmus auf.

3.1.2 Anthropogen beeinflusste Hochlagenwälder

Wie bereits dargelegt, treten im Alpenraum urwaldartige Bestockungen völlig hinter den Waldflächen zurück, bei denen der direkte oder indirekte Einfluß des Menschen auch heute noch mehr oder weniger deutlich erkennbar ist. Im folgenden wird auf die wichtigsten Untersuchungsergebnisse über anthropogen beeinflusste Gebirgswälder hoher Lagen eingegangen, soweit sich eine Beziehung zu der eigenen Arbeit ergibt.

3.1.2.1 Aletschwald

Im Bereich der Westalpen wurde von FISCHER, 1966, eine Untersuchung des Waldreservats "Aletschwald" durchgeführt. Trotz der exponierten Lage am Rande des Aletschgletschers ist dieser Wald stark anthropogen beeinflusst, in erster Linie durch die dort seit altersher ausgeübte Waldweide. Im Jahre 1933 wurden sämtliche Nutzungen vertraglich beendet.

Das seither bestehende "Reservat" erstreckt sich mit einer Zone geschlossenen Waldes zwischen einer Höhe von 1540 und 2080 m und umfaßt eine Gesamtfläche von 244,6 ha. Die durchschnittliche Stammzahl (Kluppschwelle: 4 cm) beträgt 179 Bäume/ha und der Durchschnittsvorrat ca. 45 Silven. Es handelt sich überwiegend um Lärchen-Zirbenbestände mit folgenden Baumartenanteilen:

Stammzahl: Zi = 66 %, Lä = 28 %, Fi = 5 %, Lbh = 1 %;
Vorrat: Zi = 75 %, Lä = 21 %, Fi = 4 %, Lbh = 0 %.

Bereits im Jahre 1942 erfolgte im Aletschwald eine erste zuverlässige stammzahlweise Auszählung aller Individuen ab 4 cm BHD. Im Jahre 1962 wurde dann von FISCHER eine zweite genaue Bestandesaufnahme - mit der Inventur 1942 direkt vergleichbar - durchgeführt, so daß die Möglichkeit bestand, das Ausmaß der Regenerierung einer Gebirgswaldbestockung nach totaler Einstellung aller Nutzungen zahlenmäßig zu verfolgen.

Welche Veränderungen hierbei im Waldaufbau stattfanden, zeigen folgende Zahlen: bezogen auf das ganze Reservat sind die durchschnittlichen Gesamtstammzahlen im Jahre 1962 für Zirbe 1,65-mal, für Lärche 2,66-mal und für Fichte 3,60-mal höher als im Jahre 1942; die entsprechenden Verhältniszahlen für die Vorräte betragen für die Zirbe 1,26, für die Lärche 1,39 und für die Fichte 1,32.

Hierbei fand ein starkes Nachstoßen der Verjüngung in die unteren Stärkeklassen statt; gegenüber der Aufnahme 1942 stieg nicht nur der absolute, sondern auch der relative Anteil des Materials der untersten Stärkeklasse von 4-14 cm kräftig an und erreichte 1962 über zwei Drittel aller gezählten Bäume.

Ein großer Teil des umfangreichen Nachschubs, der in diesen 20 Jahren die untersten Durchmesserbereiche auffüllte, entfällt zwar auf die sich in einem Jungmoränenanteil neu einstellenden Bestände aus Lärchen und Laubholz, doch ist die Zirbe für sich allein mit 25,3 Prozent an diesem Nachschub beteiligt.

Aus den Ergebnissen der Waldentwicklung im Aletschwald ergibt sich nach FISCHER die Folgerung: "Ein in schlimmem Maße heruntergewirtschafteter, zerfallener und zerrissener Gebirgswald erholt sich selbsttätig, wenn die direkten und indirekten menschlichen Einflüsse genügend lange ausgeschaltet bleiben."

3.1.2.2 Subalpiner Fichtenwald Schloßberg/Lienz

Ein sich im nord- bis nordostexponierten Steilgelände des Lienzer Schloßberges in einer Höhenlage zwischen 1400 und 2020 m erstreckender subalpiner Fichtenwald (ca. 250 ha) wurde hinsichtlich seiner Struktur und Entwicklungsdynamik von KAHLS, 1974, näher untersucht (Aufnahmen von 2 Prozent der Gesamtfläche durch Probestreifen).

Durch kombinierte pollenanalytische Auswertung von Moor- und Rohhumusprofilen und zahlreichen Oberflächenproben wurde vorher die Waldgeschichte geklärt. Da durch diese Vorerhebung besonders deutlich wird, in welchem Ausmaß Hochlagenwälder anthropogen beeinflusst sein können, wird auf diesen Sachverhalt etwas näher eingegangen. Bis zum 12./14. Jahrhundert stockte auf dem gesamten Hangabschnitt ein typischer subalpiner Fichtenwald, der eine Seehöhe von mindestens 2000 m erreichte. Im 12./14. Jahrhundert wurde die Waldgrenze bis gegen 1700 m zur Gewinnung von Alnweideflächen herabgedrückt. Die Oberhänge blieben im Anschluß daran für längere Zeit waldfrei. Unterhalb von 1700 m Höhe erfuhr der Wald eine starke Auflichtung. Vom 17./18. Jahrhundert an kam es dann zu einem Wiederansteigen der Waldgrenze bis zu etwa 2000 m Meereshöhe.

Bei den uniform erscheinenden Fichtenwäldern des Lienzer Schloßbergs wurden von KAHLS nach verschiedenen Bestandesmerkmalen wie Alter, Individuenzahl, Mischung, Schichtung, Vorratsaufbau, Vitalität, Mortalität, Zuwachspotenz, Höhenwuchs und Entwicklungsdynamik verschiedene Phasen ausgeschieden:

Jungwuchsphase:

Bei annähernd gleichen Stammzahlen entwickeln sich die stärker gestuften, stabileren und qualitativ besseren Dickungen aus Naturverjüngung mit typischer "Rottenstruktur" langsamer als jene aus Kunstverjüngungen.

Initialphase:

Stammzahlen und Zuwachs erreichen Höchstwerte.

Optimalphase:

Bei hohen Grundflächen und Vorräten nehmen Stammzahlen, Vitalität, Zuwachs und Schichtung bei noch anhaltender Stabilität ab.

Terminalphase:

Hier erreichen Grundflächen und Vorräte bei zurückgehender Stabilität ihre Maximalwerte.

Zerfallsphase:

Der Zerfall geht unregelmäßig und auf Kleinflächen vor sich.

Verjüngungsphase:

Gruppen- bis horstweise wechseln Altbestandsreste, Freiflächen und Jungwuchspartien ab.

Die durch die räumliche Verteilung dieser Zustandsphasen nach Flächenausdehnung und -anteil gekennzeichnete Waldtextur weist kein "Nachhaltigkeitsgefüge" auf. Gerade in den höheren Lagen, wo ein stabiler Waldgürtel von besonderer Bedeutung ist, überwiegen instabile Terminal- und Verjüngungsphasen.

Wie der Autor betont, ist infolge der langsamen Entwicklungstendenz eine besonders langfristige Planung aller waldbaulichen Eingriffe entscheidend.

KAHLS empfiehlt, zur Reduktion von arbeitsintensiven Verjüngungs- und Pflegeflächen den Produktionszeitraum so lange auszu dehnen, wie dies schutztechnische Überlegungen erlauben. Entscheidend sind hierfür die Stabilität (Vitalität und Gesundheit) des Altbestandes, die Verteilung der Entwicklungsphasen und der Stand der Verjüngung. Solange der überwiegende Teil der Fläche zur alternnden Optimalphase zählt, wird die Schutzfunktion von KAHLS noch als ausreichend beurteilt. Als Richtwert für den Produktionszeitraum werden im Fall des typischen Fichtenwaldes 160 Jahre angegeben.

Da sich die Naturverjüngung nur sehr spärlich und zögernd einstellt, vergehen 50 bis 80 Jahre, bis eine Flächendeckung erreicht ist. Für die waldbauliche Planung wird deshalb ein durchschnittlicher Verjüngungszeitraum von 60 Jahren (typischer Fichtenwald) für erforderlich angesehen. Dieser lange Verjüngungszeitraum hat einen günstigen Einfluß auf die künftige Stabilität der Bestände, macht es auf der anderen Seite jedoch erforderlich, die Verjüngung bereits einzuleiten, wenn sich der Großteil des Bestandes in der stabilen Optimalphase befindet.

Als Verjüngungsverfahren wird für vergleichbare Bestockungen der modifizierte Schweizerische Femelschlag empfohlen. Nach Auffassung KAHLS' ist es jedoch nicht möglich, durch Naturverjüngung allein innerhalb der unter schutztechnischen Gesichtspunkten zur Verfügung stehenden Fristen eine ausreichende Flächendeckung zu erreichen. Aus diesem Grund ist selbst in günstigen Fällen eine Ergänzung durch Kunstverjüngung erforderlich.

Voraussetzung für die volle Wirksamkeit der waldbaulichen Maßnahmen ist jedoch neben einer ausreichenden Erschließung durch Wege die Lösung der Wildfrage und die Trennung von Wald und Weide.

3.2 Waldaufnahmen größerer Gebiete (Inventuren)

Die Erfassung des Waldzustandes größerer Gebiete mit einer Fläche von mehreren tausend Hektar ist mit vertretbarem Erhebungsaufwand nur durch die Anwendung von Stichprobenverfahren möglich. In hochgelegenen Gebirgslagen des Alpenraums wurden bislang folgende Inventuren durchgeführt:

3.2.1 Hochlagenbestände Tirols

Unter Verwendung der Inventurdaten der Landesforstdirektion Tirol wurden von MAIR, 1967, Hochlagenwälder der subalpinen und montanen Stufe (rd. 3000 ha) im inneralpinen Bereich näher untersucht.

Die Bestände der Waldkrone im subalpinen Bereich sind allgemein durch einen hohen Altholzüberhang gekennzeichnet. Gut geschlossene Bestände erreichen dort einen Vorrat von rd. 100 Vfm/ha, während stark verlichtete Fichten-, Lärchen- und Zirbenbestände nur rd. 20-65 Vfm/ha aufweisen. Allgemein lassen die Stammzahlverteilungskurven einen großen Mangel an natürlichem Nachwuchs erkennen.

Typische Hochlagenbestände der subalpinen und montanen Nadelwaldstufe mit hohem Zirbenanteil erreichen bei einer dichtgeschlossenen Bestandesverfassung Hektarvorräte von 280 Vfm; bei einer vor allem im Zillertal geübten waldschädlichen Nutzung (Schneitelung, Streugewinnung, Weide) sind die Vorräte jedoch häufig auf 60-170 Vfm/ha abgesunken.

Aus der Zustandserfassung der Hochlagenwälder Tirols leitet MAIR zwei Hauptforderungen ab:

- Umwandlung der großenteils verlichteten Bergwälder in geschlossene Bestände,
- Wiederaufforstung entwaldeter Flächen der subalpinen Stufe, insbesondere Aufforstung der schlecht bewirtschafteten, ertragsarmen Extensivweiden.

3.2.2 Inventur des Schweizerischen Nationalparks

Das Areal des im Unterengadin gelegenen Schweizerischen Nationalparks ist zu 33 Prozent mit Wald bestockt. Die der subalpinen Stufe zuzurechnenden Wälder liegen in einer Höhe zwischen 1800 und 2200 m und umfassen eine Gesamtfläche von 5250 ha (hiervon 1650 ha Legföhren). Die Bestände sind im 19. Jahrhundert überwiegend nach Kahlschlag (Tiroler Salinen) entstanden.

Die von KURTH et al., 1960, durchgeführte Stichprobeninventur der Waldfläche des Parkgebiets hatte folgende Zielsetzung:

- Bewertung des Waldes zur Regelung von Entschädigungsfragen,
- Darstellung der Waldverhältnisse.

Von der Inventur wurden alle über 1,30 m hohen Bäume erfaßt. Der Durchschnittsvorrat der Hochwaldflächen (ohne Legföhren) beträgt 76 fm. Hiervon entfallen auf gesunde Bestockungsglieder 78,6 Prozent, stark geschädigt oder geschwächt sind 9,7 Prozent der Individuen, und 1,7 Prozent des Vorrats entfallen auf absterbende Bäume. Der Anteil des abgestorbenen Materials beträgt 10 Prozent; diese hohe Beteiligung findet darin ihre Erklärung, daß die abgestorbenen Bäume nur langsam zersetzt werden und daß sich deshalb eine verhältnismäßig große Menge dürres Material ansammeln kann.

Die große Meereshöhe, die Zugehörigkeit zum inneralpinen Trockengebiet und das meist von Kalk- oder Dolomitgesteinen gebildete Ausgangsmaterial bewirkt, daß bei der Holzartenzusammensetzung die Bergföhre (*Pinus mugo*) weit überwiegt. 75 Prozent aller Bestockungen sind als eigentliche Bergföhrenwälder anzusehen, auf weiteren 10 Prozent der Waldfläche ist diese Baumart stark beteiligt. Lärchen-Zirben-Wälder und Fichtenbestockungen vermögen nur selten zusammenhängende, geschlossene und ausgedehnte Bestände zu bilden.

Die nach Kahlschlägen entstandenen Bestockungen sind heute 100 bis 180 Jahre alt. Trotz der verhältnismäßig schwachen Baumdimensionen dürften die Bestände ein Altersstadium erreicht haben. Zahlreiche Bestandesschäden, vor allem Schneedruck, deuten darauf hin, daß der Zerfall des Altbestandes und die Begründung einer neuen Generation allmählich beginnt.

Das Aufkommen von Jungwuchs ist nicht überall gesichert. Nur die Bergföhre vermag auf fast allen vorkommenden Böden und Vegetationsdecken zu gedeihen. Von dieser Baumart finden sich in fast allen Beständen mehr als 1000 Individuen/ha mit einer Höhe zwischen 21 und 130 cm. Junge Fichten und Lärchen werden hingegen durch Verbiß stark geschädigt, während die Zirbe zu Lasten der Bergföhre an Platz zu gewinnen scheint. Da die Zirbe gleichzeitig höhere Alter als die Bergföhre erreicht, wird sich auf lange Sicht der Zirbenanteil erhöhen.

4. Untersuchungsmethode, Aufnahmeverfahren und Auswertung

4.1 Untersuchungsmethode

4.1.1 Wahl des Stichprobenverfahrens

Angesichts der Größe der zu bearbeitenden Waldfläche, des umfangreichen Katalogs der Untersuchungsziele und der daraus resultierenden Notwendigkeit zur Erhebung großer Datenmengen stand fest, daß nur ein Stichprobenverfahren ausreichend genaue Ergebnisse mit vertretbarem zeitlichen und finanziellen Aufwand liefern würde.

Nach ZÖHRER, 1974, sind von statistisch einwandfreien Stichprobenverfahren genauere Ergebnisse zu erwarten als von "Vollaufnahmen", weil sie durch den weitaus geringeren Aufwand eine zuverlässigere Aufnahmetechnik und dadurch eine weitgehende Vermeidung von einseitigen Fehlern gewährleisten.

Bei dem Verfahren der objektiven Stichprobennahme wird zwischen zufälliger und systematischer Probenahme unterschieden. Nach den Untersuchungen von HASENKAMP, 1954, ist für Aufnahme-Objekte zwischen etwa 500 und 5000 ha die gleichmäßig systematische Probenahme am günstigsten. Anhand von Kartenunterlagen kann ein systematisches Stichprobennetz, das vor Beginn der Aufnahmen entworfen wird, im Gelände relativ ortsgetreu aufgenommen werden; diese Arbeit ist bedeutend zeitsparender als das Einmessen von zufällig ausgewählten Probeflächen. Die gleichmäßig systematische Stichprobe liefert einwandfreie Ergebnisse und wird von HASENKAMP der zufälligen Probenahme als gleichwertig gegenübergestellt.

Aufgrund dieser Vorteile fiel die Entscheidung zugunsten der systematischen Stichprobenverteilung; diese wird im übrigen bei allen europäischen Inventuren angewendet (KENNEL, 1973).

4.1.2 Anzahl und Anordnung der Stichproben, Flächenrepräsentation

Bei der Intensitätsplanung von Inventuren ist meist ein Kompromiß zwischen den zur Verfügung stehenden Geldmitteln (Inventurkosten) und dem noch tragbaren Fehlerrahmen zu schließen (LOETSCH, 1975). Wie einige vor der Inventurplanung durchgeführte Vorerhebungen zeigten, muß in hochgelegenen Bergwäldern mit einer außerordentlichen Inhomogenität des Aufnahmematerials gerechnet werden. Aus diesem Grund sind erst bei einer relativ hohen Anzahl von Stichproben für kleinere Befundeinheiten wie Höhenstufen, Expositionen und Mortalitätsraten Aussagen von genügender Genauigkeit zu erwarten.

Bei der gegebenen Größe der Inventurfläche (4660 ha) und der Inhomogenität der Bestockung wurde deshalb eine Probeflächenanzahl von nicht weit unter 1000 für notwendig erachtet. Für die fachliche Hilfestellung bei der Entscheidung dieser wichtigen Frage sei Herrn Dr. P. SCHMID und Herrn Professor F. FRANZ an dieser Stelle ganz besonders gedankt.

Die Anordnung der Probeflächen erfolgte in der Weise, daß die jeweiligen Schnittpunkte äquidistanter Gitterlinien die Mittelpunkt der Aufnahmeflächen darstellten. Zu diesem Zweck wurden die für das gesamte Untersuchungsgebiet zur Verfügung stehenden Forstkarten (Nutzungskarten im Maßstab 1:10 000) mit einem einheitlichen Gitternetz überzogen, das aus praktischen Erwägungen nach dem in Nord-Süd- bzw. Ost-West-Richtung verlaufenden SOLDNERschen Koordinatensystem der Bayer. Landesvermessung ausgerichtet wurde. Nachdem eine Flächenrepräsentation jeder Probefläche von ca. 5 ha angestrebt wurde, errechnete sich ein Abstand der Gitterlinien von 223 m; die genaue Flächenrepräsentation jeder Probefläche beträgt somit 4,9729 ha.

Nur wenn der Schnittpunkt zweier Gitterlinien nach dem Kartenbild auf eine Holzbodenfläche (Forsteinrichtungsanweisung, BAYER. STAATSMIN. F. ERNÄHRUNG, LANDW. U. FORSTEN, 1951) fiel, wurde die Aufnahme eines Probekreises an dieser Stelle vorge-

sehen. Nichtholzboden- und Nichtwaldbodenflächen, also insbesondere breitere Wegeflächen, Latschenfelder und alle Flächen oberhalb der Baumgrenze wurden somit nicht erfaßt. Die Gesamtzahl der auf diese Weise zur Aufnahme bestimmten Probeflächen summierte sich auf 934.

4.1.3 Größe und Form der Probeflächen

Bei der Wahl der Probeflächengröße war von der Voraussetzung auszugehen, daß die Aufnahme-Kollektive sehr inhomogen sind, daß dichtbestockte Bestände mit weitständigen Partien abwechseln und daß auch Minimalanteile einzelner Merkmale wie Mortalität oder Mischungskomponente noch hinreichend genau erfaßt werden müssen. Diese Eigenarten der Hochlagenbestände lassen es nicht zu, mit sehr kleinen Probeflächen zu operieren; andererseits wäre bei zu groß dimensionierten Aufnahmeflächen die Genauigkeit nur unwesentlich, der Erhebungsaufwand jedoch überproportional stark angestiegen.

Eine Probeflächengröße von 500 qm dürfte für die gegebenen Verhältnisse - so auch die Ansicht von SCHMID, 1972 - einen ausgewogenen Kompromiß zwischen den Genauigkeitsanforderungen und dem Erhebungsaufwand darstellen. Es wurde deshalb eine einheitliche Größe der Aufnahmefläche von 500 qm festgelegt. Aus praktischen Erwägungen - leichteres Abgrenzen auch im Steilgelände mittels Maßkabel - wurde der kreisförmigen Probefläche der Vorzug gegeben.

4.1.4 Vergleich mit anderen Inventuren

Ein Vergleich mit anderen Inventuren ist nur mit Einschränkungen möglich, da diese sich, was beispielsweise die Größe der Befundeinheiten (z.B. Großrauminventuren) und die Methodik (z.B. permanente Inventuren) anbelangt, von der speziellen Konzeption und Aufgabenstellung der Hochlageninventur sehr stark unterscheiden.

Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die bislang in einigermaßen vergleichbaren Regionen durchgeführten Inventurprojekte gegeben:

4.1.4.1 Lokale Inventuren

Inventur des Schweizerischen Nationalparks

Von allen Inventuren ist die Stichprobenaufnahme des Schweizerischen Nationalparks (KURTH et al., 1960) noch am ehesten mit der vorliegenden Untersuchung vergleichbar, wenn auch die Aufgabenstellung und das Inventurziel verschieden waren. Für den Schweizerischen Nationalpark war die Entschädigung der berechtigten Gemeinden für den durch die Reservatsbildung bedingten Entgang der Waldnutzung neu zu regeln. Im Vordergrund des Inventurvorbereitens stand deshalb die Ermittlung der Waldflächen und die Herleitung des Nutzungswertes für den vorhandenen Holzvorrat. Dabei wurde eine Stichprobeninventur ausgeführt und ein Netz von insgesamt 2050 Probekreisen mit einer Größe von 138,1 qm bzw. 35,2 qm in systematischer quadratischer Anordnung über das Areal verteilt. Die Waldfläche betrug insgesamt 5250 ha, hiervon waren 1650 ha nur mit Legföhren bestockt.

Inventur Gahrenberg

Die im hessischen Forstamt Gahrenberg durchgeführte Inventur (BONNEMANN et al., 1966) diente der Sammlung von praktischen Erfahrungen über die Durchführung, Auswertung und Aussagefähigkeit eines Stichprobenverfahrens. Die Grundlage der Inventur war eine systematische Probenahme mit einem verhältnismäßig engen Gitternetz von 100 m Seitenlänge.

Kontroll-Stichproben (Schweiz)

Da der Aufwand für Zustandserfassungen und Nutzungskontrollen nach der klassischen Kontrollmethode sehr groß ist, wurde dieses Verfahren von SCHMID, 1967, weiterentwickelt. Anstelle einer Vollaufnahme wird die Erhebung der Meßdaten auf - für den Wirtschaftler unsichtbar markierte - Probeflächen beschränkt, die jedoch für den Gesamtwald streng repräsentativ sind.

Stichprobenaufnahme in Bauernwäldern

Relativ früh führte FRAUENDORFER, 1958, eine Stichprobeninventur zur Erfassung des Zustandes steirischer Bauernwälder durch. Zweck dieser Untersuchung war eine betriebswirtschaftliche Analyse bäuerlicher Betriebe im dortigen Raum. Die gleiche Stichprobenmethode kam bei der Aufnahme stufig aufgebauter Mischwälder in einer Gemeinde des Mühlviertels zur Anwendung (ECKHART et al., 1961).

4.1.4.2 Großrauminventuren

Schwedische Reichswaldtaxation

Größere Stichprobenerhebungen wurden in Europa erstmals in den skandinavischen Ländern durchgeführt. Die schwedische Reichswaldtaxation - anfänglich als Linientaxation konzipiert - verwendet heute ein Traktsystem. Hierbei sind über das ganze Land quadratische Trakte mit einer Seitenlänge zwischen 1,2 und 1,8 km in

je nach Region unterschiedlicher Dichte verteilt, entlang deren Umfanglinien verschiedene Stichprobenelemente (Taxationslinien, Probeflächen zur Auswahl von Probestämmen, Probeflächen zur Bestandesbeschreibung, Stockprobeflächen) angeordnet sind (KENNEL, 1973).

Österreichische Forstinventur 1961/70 und 1971/80

Die österreichische Forstinventur bedient sich gleichfalls eines Traktsystems. Im Gegensatz zu der abgelaufenen Inventurperiode 1961/70, in der noch mit verschiedenen Traktgrößen und Traktabständen operiert wurde, wird für die Periode 1971/80 ein einheitliches Netz gleichmäßig über das ganze Land verteilter quadratischer Trakte von 200 m Seitenlänge verwendet (BRAUN, 1975). An den Eckpunkten der Trakte werden mittels der BITTERLICHschen Relaskopmessung die Massen- und Zuwachsdaten erhoben. Wie BRAUN weiter ausführt, erfassen die Aufnahmen in gleichmäßiger Verteilung über das Land pro Jahr jeweils nur ein Zehntel derjenigen Traktanzahl, die für die Zehnjahresperiode vorgesehen ist. Auf diese Weise wird das Traktnetz bis zum Periodenende zunehmend verdichtet (permanente Inventur).

Großbrauminventur in der DDR

Die in der DDR angewendete Inventurmethode zählt gleichfalls zur Gruppe der permanenten Inventuren. Allerdings wird hierbei nicht ein Traktsystem, sondern ein Netz von kreisförmigen Probeflächen verwendet, wobei die Dichte des Gitternetzes von Variabilitätskriterien abhängt (KENNEL, 1973).

Bayerische Großbrauminventur 1970/71

Im Jahre 1970 erhielt das Institut für Waldwachstumskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München von der Bayer. Staatsforstverwaltung den Auftrag, eine Schätzung des voraussichtlichen Holzaufkommens in Bayern für die nächsten 10 bis 30 Jahre durchzuführen.

Ziel dieser Untersuchung ist eine dimensionsgegliederte Vorausschätzung von Vorrat, Zuwachs und Nutzungsmöglichkeit unter Vorgabe von variierbaren Prognose-Annahmen (Ausgangsstammzahl, Durchforstungsstärke etc.) (KENNEL, 1973).

Den ersten und zugleich wichtigsten Inventurabschnitt des Projekts "Holzaufkommensprognose" stellte eine die gesamte Landesfläche erfassende Stichprobeninventur (Großbrauminventur 1970/71) dar.

Durch die in einem äquidistanten Gitternetz angeordneten insgesamt 22 000 Probekreise wurden sämtliche Waldbesitzkategorien erfaßt. Jeder Probekreis repräsentierte hierbei eine Fläche von 100 ha (FRANZ, 1973a). Die Größe der kreisförmigen Probeflächen wurde nach dem größten vorgefundenen Durchmesser variiert und schwankte zwischen rd. 31 und 500 qm.

Der zweite Inventurabschnitt bestand aus Kontrollaufnahmen auf etwa 6 Prozent der Großbrauminventur-Probeflächen, der dritte Abschnitt umfaßte - unabhängig von den beiden vorangegangenen - Erhebungen in jüngeren und mittelalten Beispielbeständen (Listenstichprobe).

4.2 Aufnahmeverfahren

Das Aufnahmeverfahren der Hochlageninventur baut im Prinzip auf der für die Großbrauminventur 1970/71 entwickelten Methode auf. Im Hinblick auf das spezielle Untersuchungsziel war es jedoch nötig, die Aufnahmeanleitung der Großbrauminventur stark zu modifizieren.

4.2.1 Aufsuchen und Abgrenzen der Probekreise im Gelände

Einmessen der Probekreismittelpunkte

Die auf den Forsthauptkarten durch die Schnittpunkt der äquidistanten Gitterlinien festgelegten Probekreismittelpunkte mußten mit großer Genauigkeit in das Gelände übertragen werden. Hierbei war es von besonderer Wichtigkeit, alle subjektiven Momente auszuschließen. Das Einmessen der Probekreismittelpunkte erfolgte - ausgehend von markanten Kartenpunkten - durch optische Distanzmessung unter Verwendung des mit Stativ ausgerüsteten Bitterlich-Spiegelrelaskops. Der Vorteil dieser Meßmethode gerade im stark geneigten Gelände liegt darin, daß Horizontalabstände direkt und mit hinreichender Genauigkeit abgelesen werden können (BITTERLICH, 1959). Die Richtung der Meßstrecken wurde mit dem Wyssen-Kompaß, einem Spezialinstrument, das ursprünglich zum Einmessen von Seilbahntrassen konstruiert wurde, festgelegt. Der mit dieser Methode eingemessene Probekreismittelpunkt wurde zunächst durch einen Fluchtstab provisorisch fixiert. Auch bei Vorhandensein von Felspartien, unbestockten Teilen etc. wurde er grundsätzlich nicht verlegt.

Abgrenzen und Markieren der Probekreise

Zur Vermeidung von Flächenabgrenzungsfehlern wurde beim Einmessen der einheitlich 500 qm großen Probekreise im geneigten Gelände die Hangneigung zunächst nicht berücksichtigt. Der Umfang der Probeflächen wurde durch ein Meßkabel mit einer Länge von 12,62 m festgelegt. Hierbei wurde durch mehrmaliges Auslegen des Kabels festgestellt, welche Bäume bzw. Verjüngungspflanzen innerhalb des obengenannten Radius lagen. Stämme, die nicht mit ihrem vollen Durchmesser in den Probekreis fielen, wurden zur Aufnahme vorgesehen, wenn ihre Stammachse - in Höhe des Meßkabelrings am Fluchtstab gemessen - noch innerhalb des Radius lag; andernfalls blieben sie unberücksichtigt. Bäume, deren Stamm-Mitten genau auf der Probekreisgrenze lagen, wurden alternierend aufgenommen bzw. fortgelassen.

Die jeweils als letzte in den Probekreis fallenden Bäume wurden mit dauerhafter Farbe markiert; außerdem erhielt der dem Kreismittelpunkt am nächsten stehende Stamm einen deutlich sichtbaren Farbring in Augenhöhe.

4.2.2 Aufnahme der Grunddaten des Probekreises

Für jeden Probekreis wurden zunächst folgende Grunddaten erhoben:

Meereshöhe:

Die Meereshöhe der Probekreise wurde aus den Wirtschaftskarten übernommen (20 m-Stufen). Im Gelände wurde die Lage des Punktes unter Verwendung eines Thommen-Höhenmessers überprüft.

Exposition:

Bei Flächen mit 10° Neigung und darüber wurde die Exposition durch Kompaßablesung bestimmt. Hierbei wurden insgesamt 8 Einzelexpositionen (N, NO, O, SO, S, SW, W, NW) ausgeschieden; Flächen unter 10° Neigung wurden unter der Kategorie "Ebene" gesondert erfaßt.

Geländeneigung:

Bei der Feststellung der Geländeneigung wurden Necli-Neigungsmesser verwendet. In Einzelfällen war es bei stark wechselndem Gefälle innerhalb eines Probekreises nötig, einen Durchschnittswert zu bilden.

Geologische Formation:

Bereits vor Beginn der Außenaufnahmen wurden anhand des zur Verfügung stehenden Kartenmaterials die geologischen Formationen der einzelnen Probekreise festgestellt. Verwendung fanden hierbei insbesondere die vom BAYER. GEOLOG. LANDESAMT herausgegebenen Karten 1:25 000, Blatt Nr. 8431, 1967 und 8533/8633, 1966, sowie die "Geologische Karte des Wettersteingebirges", 1:25 000, (REIS, PFAFF, 1910).

Im Gelände erfolgte sodann eine Plausibilitätsprüfung der aus den Karten entnommenen Angaben.

Standortseinheit:

In jedem Probekreis wurde ein kleiner Bodeneinschlag - in der Regel bis zum Erreichen des C- oder C_v-Horizonts - angelegt und eine kurze Profilansprache gefertigt. Festgehalten wurden hierbei insbesondere die Entwicklungstiefe des Bodens, der Bodentyp und die Mächtigkeit des organischen Auflagehorizonts.

Bodenvegetation:

Die Ansprache der Bodenvegetation war auf eine Schätzung des "Bedeckungsprozents" (Anteil der mit Bodenvegetation bedeckten Fläche in Prozent) und auf eine Bestimmung der Vegetationsart (Grasflora, Krautflora, Mischflora) beschränkt.

Latschenbewuchs:

Der Prozentanteil der mit Latschen bedeckten Fläche auf den Probekreisen wurde okular eingeschätzt.

Bodenschäden:

Bei den auf den Probekreisen vorzufindenden Bodenschäden wurden folgende Typen unterschieden:

- Hangabtrag durch Schnee- und Wassererosion
- Bodenschäden durch Weidetiere (Narbenversatz)
- Erd- oder Felsrutsch
- Massensturz
- Abschürfen des Bodens durch Ernteholz und Schlepper

Hierbei wurde der wichtigste Typ, der Bodenschaden durch Schnee- und Wassererosion bereits dann erfaßt, wenn die Beschädigung oder der Verlust des Oberbodens eine Fläche von 2 qm umfaßte, da bei dieser Schadensform bereits aus kleinen Anfängen gefährliche Blaiken entstehen können. Bei den übrigen Erscheinungsformen wurde ein Schaden nur dann vermerkt, wenn ein wesentlicher Teil der Probefläche (mindestens 25 Prozent der Fläche) deutliche Schäden aufzuweisen hatte.

Hinsichtlich der genauen Typisierung der Bodenschadensformen wird auf den speziellen Abschn. 8 verwiesen.

Bestandesschäden:

Ein Bestandesschaden wurde nur dann erfaßt, wenn ein wesentlicher Teil des Probekreises - mindestens 20 Prozent der Stammzahl - von dem Schadensereignis betroffen war. Im einzelnen wurden hierbei unterschieden:

- Kronenverlust durch Schnee- oder Windbruch
- Windwurf
- mechanische Schädigung durch Steinschlag oder Lawinen
- Pilz- oder Insektenbefall
- Frosttrocknis
- Streif-, Rücke- und Treibschäden

Beschränkten sich die Schäden auf einzelne Individuen, so wurde dies über die Einordnung nach Vitalitätsstufen (Abschn. 6.2.1) erfaßt. Schältschäden wurden gleichfalls einzelstammweise vermerkt (Abschn. 6.5.1).

Weidebelastung:

Die derzeitige Weidebelastung der einzelnen Probekreise wurde durch Befragen der zuständigen Forstbeamten erhoben. Eine Rekonstruktion des Sachverhalts in der zurückliegenden Zeit war mangels Aufzeichnungen mit hinreichender Sicherheit nur für einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum (20 Jahre) möglich.

Bringungsklassen:

Bei der Einteilung der Hochlagenfläche nach Bringungsklassen wurde nicht von den potentiellen technischen Möglichkeiten, sondern von der Rentabilität (Kosten-Erlös-Vergleich) einer Nutzungsmaßnahme (Endnutzung) ausgegangen. Bei dieser Kalkulation wurde das Preisniveau des Jahres 1973 zugrundegelegt.

Im Gebirgswald wird die Rentabilität einer Nutzungsmaßnahme zu dem stark vom jeweiligen Massenanstieg beeinflußt. Dies gilt insbesondere für die Seilbringung. Bei der Einordnung nach Bringungsklassen wurde davon ausgegangen, daß ein hoher Massenanstieg in

Form von größeren Kahlschlägen unter waldbaulichen und schutztechnischen Gesichtspunkten nicht zu realisieren ist.

Auf dieser Grundlage wurde in Zusammenarbeit mit den örtlich zuständigen Forstbeamten folgende Einteilung des Geländes in Bringungsklassen vorgenommen:

Kennziffer:

- 1 Die Fläche ist derzeit wirtschaftlich bringbar.
- 2 Eine Holznutzung liegt auf dieser Fläche an der Schwelle der Rentabilität, ist jedoch unter Zugrundelegung des Preisniveaus 1973 noch wirtschaftlich. Voraussetzung hierfür ist ein für Maßnahmen des Gebirgswaldbaus durchschnittlicher Massen-anfall (stärkerer Femelhieb oder kleinerer Saumkahlschlag).
- 3 Die Fläche ist nicht wirtschaftlich bringbar.

4.2.3 Aufnahme der Bestandeselemente von mindestens 1,30 m Höhe

Durchmesser:

Bei sämtlichen auf den Probekreisen vorhandenen Stämmen einschließlich des abgestorbenen stehenden Materials wurden - getrennt nach Baumarten - die Durchmesser in 1,30 m Höhe ohne Vorgabe einer Kluppschwelle durch einmaliges Kluppen gemessen. Beim Ansetzen der Kluppe zeigte die Meßschiene stets in Richtung des Kreismittelpunkts. Dies diente dem Ausgleich von Fehlern, die durch gleichgerichtete Exzentrizität der Stämme hervorgerufen werden könnten (KENNEL, 1973). Die Durchmesser des liegenden toten Materials wurden gleichfalls erfaßt; dabei mußte jedoch eine Differenzierung nach Baumarten unterbleiben.

Bei der Durchmessererhebung wurden 1-cm-Stufen verwendet; hierbei wurde stets forstüblich nach unten abgerundet.

Zustand (Vitalität):

Jeder auf der Probefläche vorhandene Baum wurde hinsichtlich seines Zustands beurteilt. Hierbei wurden folgende Vitalitätsstufen unterschieden:

Vitalitätsstufe 1:

In die Vitalitätsstufe 1 wurden die gesunden, gutwüchsigen bis normalwüchsigen Individuen eingereiht, ferner Bäume mit leichter Beeinträchtigung der Vitalität und leichter Schädigung, soweit sie nach ihrem Erscheinungsbild voll lebensfähig waren und keine Beeinträchtigung ihrer Lebenserwartung erkennen ließen.

Bei dieser Beurteilung war es nicht angebracht, Maßstäbe anzulegen, die für den Wirtschaftswald des Flachlandes gelten, da Hochlagenbestände meist ohne systematische Pflege erwachsen sind und wesentlich geringere Höhenzuwachsleistungen aufweisen. Infolge der Ungunst der Hochgebirgslagen treten - geradezu als

Charakteristikum dieses Gebietes - mannigfaltige Schädigungen auf, die in ihrer Wirkung nur schwer abzuschätzen sind, jedoch sicher nicht in jedem Fall eine Beeinträchtigung der Lebenschancen bedeuten.

Zur Kategorie 1 wurden auch alle beherrschten und derzeit unterdrückten Individuen - soweit sie nicht stark geschädigt waren - gezählt, da nach den Untersuchungen MAGINs, 1959, und LEIBUND-GUTs, 1972, auch längere Unterdrückungszeiträume auf das spätere Wachstum nur geringen Einfluß haben, und da somit erwartet werden kann, daß sich diese Individuen nach Wegfall der Überschirmung zu voll lebensstauglichen Bestockungsgliedern entwickeln.

Bei stärkeren Stämmen war nicht selten ein - offensichtlich altersbedingtes - leichtes Nachlassen der Vitalität festzustellen. Derartige Individuen können jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit unter Hochlagenbedingungen zumindest noch für Jahrzehnte als stabile Bestandesglieder gelten, bis ihre Lebenskurve allmählich stärker absinkt. Derartige Bäume wurden gleichfalls dieser Stufe zugerechnet.

Vitalitätsstufe 2:

In die Vitalitätsstufe 2 wurden stark geschädigte und stark geschwächte Bäume mit voraussichtlich wesentlich verminderter Lebenserwartung eingereiht. Anlaß für eine derartige Beurteilung waren vielfach größere Gipfelbrüche oder starke Steinschlag-schäden.

Vitalitätsstufe 3:

In die Vitalitätsstufe 3 wurden die absterbenden Bäume eingereiht. Insbesondere fielen in diese Kategorie Individuen, die nur noch vereinzelt grüne Äste aufwiesen oder eine schütterere, absterbende Krone besaßen. Hierbei wurde jedoch nicht ausgeschlossen, daß der Sterbeprozess solcher Bäume unter Hochlagenbedingungen jahrzehntelang dauern kann.

Vitalitätsstufe 4:

In diese Zustandskategorie wurde das abgestorbene stehende Material eingereiht.

Vitalitätsstufe 5:

Diese Kategorie war für das liegende tote Material vorgesehen.

Baumhöhen:

Von jeder auf dem Probekreis vorkommenden Baumart wurden, verteilt über den Durchmesserbereich, 7 Höhen gemessen (BLUME-LEISS). Ausgenommen hiervon waren nur Vogelbeere, Mehlbeere, Weide, Birke und Grünerle. Bei Vorhandensein von weniger als 7 Stämmen je Baumart wurden alle Höhen gemessen. Grundsätzlich wurde auch bei jedem zur Altersbestimmung vorgesehenen Stamm die dazugehörige Höhe ermittelt.

Alter:

Die Altersbestimmung erfolgte bei Bäumen bis zu 10 cm BHD durch das Auszählen von Stammscheibchen, die in ausreichender Zahl - verteilt über das gesamte Untersuchungsgebiet - möglichst dicht über dem Boden gewonnen wurden. Bei Bäumen ab 10 cm BHD wurden auf jedem einzelnen Probekreis in stichprobenartiger Verteilung Bohrkerne in Brusthöhe entnommen (Einzelheiten s. Abschn. 6.3.1) und später unter dem Mikroskop ausgezählt.

Fäuleschäden:

Jeder entnommene Bohrkern wurde auf Fäuleerscheinungen untersucht. Hinsichtlich der hierbei getroffenen Einteilung nach Fäulegraden wird auf Abschn. 6.5.3 verwiesen.

In einzelnen Fällen zeigte sich bei dem Versuch, einen Bohrkern zu entnehmen, daß der Stamm von einer bestimmten Bohrtiefe an offensichtlich kernfaul war; dann wurde der Schaden im Manual vermerkt.

Schälschaden

Jeder Schälschaden mit deutlichem Schadensbild wurde im Aufnahmeformular festgehalten.

4.2.4 Aufnahme der Bestandeselemente unter 1,30 m Höhe (Verjüngung)

Abgrenzung der aufzunehmenden Verjüngung (Höhenrahmen)

Bei der Verjüngungsinventur des Hochlagenprojekts wurden sämtliche auf den Probekreisen vorzufindenden Verjüngungspflanzen unter 1,30 m Höhe aufgenommen, die eine Mindestwuchshöhe von 20 cm erreicht hatten. Die unter dieser Grenze liegenden Individuen, deren Entwicklungschancen von einer solchen Vielzahl von Einflüssen kleinklimatischer und biotischer Art abhängen, daß sie nicht als gesichert angesehen werden können, mußten schon wegen der Schwierigkeiten einer genauen Erfassung und wegen des damit verbundenen Zeitaufwands bei dieser flächenrepräsentativen Aufnahme unberücksichtigt bleiben. Sie sind Gegenstand einer speziellen Untersuchung des Waldbauinstituts München.

Verjüngungszahl und Höhenwuchs:

Die zahlenmäßige Aufnahme der Verjüngung erfolgte nach Baumarten getrennt; außerdem wurde der Höhenwuchsrahmen nochmals grob unterteilt in den Bereich von 20-74 cm und 75-129 cm.

Verteilung:

Bei der Verteilung des Jungwuchses über die Probeflächen wurde zwischen gleichmäßiger Verteilung, Truppbildung und kleinflächenseitiger Konzentration unterschieden.

Moderholzverjüngung

Der Anteil der auf vermodernden Bäumen oder Stöcken aufwachsenden Verjüngung wurde nach Baumarten getrennt erfaßt.

Verbißschäden

Verbißschäden wurden für jede Einzelpflanze erfaßt, wenn eine wesentliche Beeinträchtigung der Entwicklungschancen des Baums vorlag. Unter diese Definition fielen in erster Linie Verbißschäden, die sich in einem Verlust des Terminaltriebs und/oder eines wesentlichen Teiles der Seitenäste manifestierten. Geringfügiger Verbiß, von dem zu erwarten war, daß er sich auf den Wuchsgang oder die Entwicklungschancen der jungen Pflanzen nur unwesentlich auswirken würde, blieb dagegen unberücksichtigt.

Sonstige Schäden

Im Gegensatz zu den Verbißschäden wurden sonstige Schäden nur für die Gesamtheit des Probekreiskollektivs pauschal vermerkt, wenn eine wesentliche Beeinträchtigung der Probefläche - i.d.R. von mindestens 20 Prozent der Stammzahl - vorlag. Im einzelnen wurden hierbei unterschieden:

- Schäden durch Schneekriechen, Schneegleiten und Lawinen
- mechanische Beschädigungen durch Steinschlag
- biotische Schäden durch Pilz- und Insektenbefall
- Fällungs- oder Rückeschäden

4.3 Auswertung und Fehlerrechnung

4.3.1 Datenerfassung und Auswertung

Sämtliche Erhebungsdaten wurden nach Beendigung der Außenaufnahmen auf Lochkarten übertragen. Dieses Datenmaterial wurde vor Beginn der eigentlichen Auswertungsarbeiten durch verschiedene Kontrollprogramme einer eingehenden Plausibilitätskontrolle unterworfen und anschließend auf Band gespeichert.

Die Auswertung der Inventurdaten war mit Standardprogrammen nicht zu bewältigen. Für die einzelnen Rechenoperationen wurden deshalb spezielle, auf das Inventurziel zugeschnittene Rechenprogramme (Programmsprache: FORTRAN IV) erstellt. Die Entwicklung der Rechenprogramme und die Beratung in mathematisch-statistischen Fragen erfolgte durch Dipl.-Math. E. ELLMANN.

Für die Rechenarbeiten stand die zentrale Datenverarbeitungsanlage des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Maschinentyp: IBM 370/65) zur Verfügung.

4.3.2 Fehlerrechnung

Die geradezu als Charakteristikum der Hochlagenbestände anzusehende starke Inhomogenität nahezu sämtlicher Bestockungsmerkmale hat eine hohe Variabilität der Meß- und Rechengrößen zur Folge. Das Ausmaß der Variabilität wird im allgemeinen durch die Berechnung der Standardabweichung nach der Formel
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

angegeben. Die Standardabweichung ist ein Ausdruck für die Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert und "praktisch gleich der Wurzel aus dem Mittelwert der quadrierten Abweichungen" (SACHS, 1974). Wird die Standardabweichung zum Mittelwert ins Verhältnis gesetzt, so ergibt dies nach der Formel
$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

den Variationskoeffizienten; hierbei handelt es sich um ein "relatives dimensionsloses Streuungsmaß mit dem Mittelwert als Einheit" (SACHS, 1974).

Als anschauliches Maß für die Genauigkeit von Stichprobenaufnahmen wird das Standardfehlerprozent
$$\pm \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$
 verwendet.

Es grenzt den Bereich ab, in dem der "wahre Wert" mit ca. 67 % Wahrscheinlichkeit liegt.

Für die vorliegende Untersuchung wurde anhand einer Berechnung der Standardfehlerprozente der Grundflächendurchschnittswerte die Genauigkeit der Stichprobenaufnahme überprüft (Abschn. 6.1.1.2). Nachdem sich hierbei Werte ergaben, die sich durchaus in einem Genauigkeitsrahmen halten, der den Anforderungen an Aufnahmen dieser Art entspricht, wurde bei den meisten Rechengrößen auf die Angabe der Standardfehlerprozente wegen des nicht unerheblichen Programmieraufwands verzichtet. Für die Art der aus den Ergebnissen zu ziehenden waldbaulichen - nicht ertragskundlichen - Schlußfolgerungen ist dieses Vorgehen ausreichend, zumal die Eigenarten vieler der erfaßten Merkmale aus den Verteilungsdiagrammen hervorgehen.

5. Ergebnisse der Auswertung der Probekreisgrunddaten

5.1 Untersuchungsgebiet - Übersicht und Stratifizierung

5.1.1 Probekreisübersicht und Flächenaufnahmeprozent

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 934 Probekreise im Gelände aufgenommen. Diese verteilen sich auf bestockte und unbestockte Flächen wie folgt (Tab. 1):

	Anzahl Probekreise	Prozent
Probekreise, mit Bestandeselementen von mindestens 1,30 m Höhe bestockt	914	97,9
Probekreise, nur mit Verjüngung (20-129 cm) bestockt	2	0,2
Probekreise unbestockt - Bestockung möglich	6	0,6
unbestockte Felspartien	9	1,0
Seilbahntrassen, Skiabfahrten, Wegeflächen	3	0,3
Untersuchungsgebiet insgesamt	934	100,0

Tab.1: Probekreisübersicht

Als erstes kann festgestellt werden, daß der weitaus überwiegende Teil der Hochlagen-Holzbodenfläche (98,1 Prozent) bestockt ist. Der Anteil der bestockbaren Kahlflächen ist sehr gering (0,6 Prozent). Für die Interpretation dieser Zahlen sei jedoch nochmals betont, daß diese Übersicht nur die Verhältnisse auf den "Holzbodenflächen" (Definition s. Forsteinrichtungs-Anweisung, BAYER. STAATSMIN. F. ERNÄHRUNG, LANDW. U. FORSTEN, 1951) widerspiegelt.

Die "Nichtholzbodenflächen" (z.B. Latschenfelder, breitere Wege, Seilbahntrassen) sowie der gesamte Bereich oberhalb der Baumgrenze wurden von der Untersuchung nicht erfaßt.

Die Tatsache, daß trotzdem eine geringe Anzahl derartiger Flächen in der Probekreisliste erscheint, ist dadurch zu erklären, daß einige neue Skiabfahrten und Wegetrassen in den zur Verfügung stehenden Forsteinrichtungskarten noch nicht enthalten waren oder daß kleinere Felspartien nicht als solche ausgedeutet wurden.

Das Flächenaufnahmeprozent - hierbei wird die Summe aller Probekreisflächen (Horizontalprojektion!) zu der gesamten Aufnahmefläche ins Verhältnis gesetzt - liegt für das vorliegende Inventurprojekt bei 0,85 (Vergleichszahl: Großrauminventur Bayern: 0,028 Prozent).

Im folgenden wird eine Aufteilung des Untersuchungsgebiets in verschiedene Straten vorgenommen. Damit später ein Bezug zu den einzelnen Bestockungsmerkmalen hergestellt werden kann, haben die einschlägigen Zusammenstellungen immer das 916 Probekreise umfassende Kollektiv der bestockten Fläche zur Grundlage.

5.1.2 Verteilung der Probekreise auf Höhenstufen und Expositionen

Tab.2 zeigt als erstes die Verteilung der Probekreise auf die Höhenstufen.

Aus dieser Zusammenstellung geht unter Zugrundelegung der Flächenrepräsentation der Probekreise hervor, daß knapp zwei Drittel der untersuchten Waldfläche zwischen 1400 und 1590 und 13 Prozent in Lagen von 1600 m und darüber liegen. Die höchste aufgenommene Fläche befand sich in 1820 m Höhe.

Die 8 erfaßten Einzelexpositionen wurden bei der Berechnung der Inventurergebnisse wegen der besseren Übersichtlichkeit meist zu 2 Gruppen zusammengefaßt: Sonnseiten (SO, S, SW, W) und Schattseiten (NW, N, NO, O).

Höhenstufen	Alle Expositionen		Sonnseiten (SO, S, SW, W)		Schattseiten (NW, N, NO, O)		Ebene ($< 10^\circ$)		Summe
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	%
1300-1390 m	224	24,5	(16)	(7,1)	204	91,7	4	1,8	100
1400-1490 m	339	37,0	158	46,6	172	50,8	9	2,6	100
1500-1590 m	233	25,4	118	50,6	103	44,2	12	5,2	100
1600 m u. darüb.	120	13,1	74	61,7	42	35,0	4	3,3	100
insgesamt	916	100,0	366	39,9	521	56,9	29	3,2	100

Tab.2: Verteilung der Probekreise auf Höhenstufen und Expositionen

Ein Vergleich zwischen Sonn- und Schattseiten ist erst ab einer Meereshöhe von 1400 m möglich, da in der Höhenstufe von 1300 bis 1390 m von der Inventur nur die Schattseiten erfaßt wurden. Die Tatsache, daß in dieser Höhenstufe trotzdem 16 sonnseitig orientierte Probekreise vorzufinden sind, ist durch das differenzierte, von der allgemeinen Hangexposition abweichende Kleinrelief leicht zu erklären.

Ein Vergleich der Anteile von Sonn- und Schattseiten läßt irgendwelche gleichgerichteten Unterschiede nicht erkennen. Flächen unter 10° Neigung wurden als "Ebene" gesondert ausgeschieden. Ihr Anteil liegt jedoch nur zwischen 1,8 und 5,2 Prozent.

5.1.3 Geländeneigung der Aufnahmeflächen

In Abb.2 ist die Häufigkeit der Hangneigungsklassen (Altgradteilung) graphisch dargestellt.

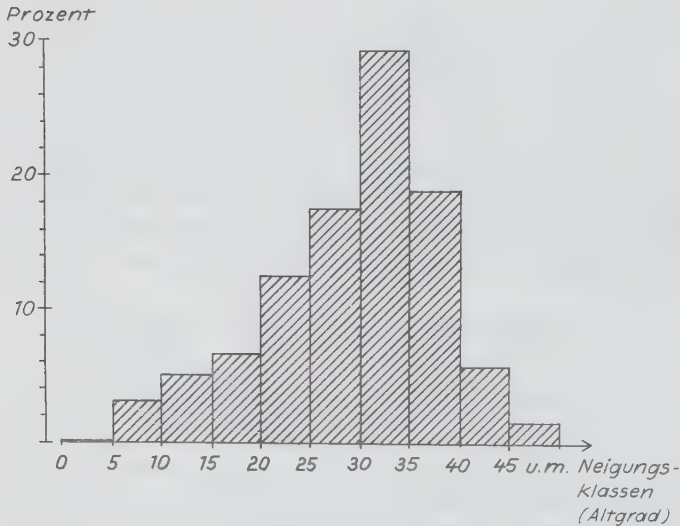


Abb.2: Häufigkeitsverteilung
der Hangneigungsklassen

Das Schwergewicht der Verteilung liegt eindeutig bei den Stufen großer Hangneigung. Fast drei Viertel aller Probekreise weisen Neigungsgrade von über 25 Prozent auf; nimmt man den für das Auftreten von Erosionsschäden kritischen Wert von 30° (Abschn. 8.1.2.2) als untere Grenze, so wird diese Hangneigung in 55,1 Prozent aller Fälle erreicht bzw. überschritten. Hierbei weisen in der Höhenstufe von 1300-1390 m 48,1 Prozent der Flächen Hangneigungen von 30° und darüber auf, in Lagen von über 1600 m sogar 64,2 Prozent. Bei einer Geländeneigung von über 45° ist nur noch in seltenen Fällen (1,5 Prozent) eine Waldbestockung möglich.

5.1.4 Geologisches Ausgangsmaterial

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 23 verschiedene geologische Formationen vorgefunden. Ihre Häufigkeiten können Tab.3 entnommen werden.

Kennziffer	Formation	Prozent
1	Hauptdolomit	46,3
2	Plattenkalk	9,9
3	Muschelkalk	1,9
4	Wettersteinkalk	3,3
5	Doggerkalk	0,1
6	Raibler Kalke	4,9
7	Interglaziale Breccie	0,5
8	Partnachschiefer	0,5
9	Lias	0,1
10	Raibler Sandstein	2,4
11	Kössener Schichten	2,1
12	Bunte Hornsteinschichten	0,4
13	Allgäuschichten	0,3
14	Aptychenschichten	1,0
15	Bunter Liaskalk	0,1
16	Oberer Jura	0,3
17	Neocom	0,2
18	Ziegspitzschichten	0,1
19	Rauchwacke	0,4
20	Hangschutt incl. Blockanhäufung	19,5
21	Lokalmoräne	2,4
22	Fernmoräne	3,1
23	Alluvium	0,2
Summe		100,0

Tab.3: Häufigkeit des Vorkommens
der geologischen Formationen

Knapp die Hälfte (46,3 Prozent) aller bestockten Probekreise weist als Ausgangsmaterial Hauptdolomit auf. Weitere 19,5 Prozent haben Hangschutt einschließlich Blockanhäufung zur Grundlage; es ist zu vermuten, daß ein nicht unwesentlicher Teil davon gleichfalls aus Dolomit besteht. Im einzelnen wäre noch die Beteiligung des Plattenkalks (9,9 Prozent) und der Raibler Kalke (4,9 Prozent) zu erwähnen. Das restliche Fünftel der Gesamtfläche ist aus insgesamt 19 Einzelformationen aufgebaut, von denen nur der Wettersteinkalk und die Fernmoränen einen Anteil von knapp über 3 Prozent erreichen.

5.1.5 Standortseinheiten

5.1.5.1 Ausscheidung der Standortseinheiten

Bei der Ansprache der Bodenprofile auf den bestockten Probekreisen wurde neben dem Bodentyp als weiteres wichtiges Merkmal die Entwicklungstiefe des Bodens festgehalten. Hierbei wurde unterschieden:

- geringe Entwicklungstiefe: unter 20 cm
- mäßige Entwicklungstiefe: 20 - 49 cm
- große Entwicklungstiefe: 50 cm und darüber.

Bei sehr hohem Skelettanteil (über 40 Prozent) wurde die Entwicklungstiefe um eine Stufe niedriger angesetzt.

Anhand dieser beiden Kriterien - Bodentyp und Entwicklungstiefe - wurden folgende 7 Standortseinheiten gebildet, die ihrerseits wiederum nach Höhenlage und Exposition zu differenzieren sind:

<u>STE</u>	<u>Standortseinheiten</u> ¹⁾
1	Rendzinen, Braunerderrendzinen, Rendzina-Braunerden, Kalkverwitterungslehme und Braunerden geringer Entwicklungstiefe
2	Rendzinen, Braunerderrendzinen und Rendzina-Braunerden mäßiger Entwicklungstiefe oder geringer Entwicklungstiefe mit lehrmerfüllten Klüften im Ausgangsmaterial
3	Rendzinen, Braunerderrendzinen und Rendzina-Braunerden großer Entwicklungstiefe oder mäßiger Entwicklungstiefe mit lehrmerfüllten Klüften im Ausgangsmaterial
4	Braunerden und Kalkverwitterungslehme mäßiger Entwicklungstiefe
5	Braunerden und Kalkverwitterungslehme großer Entwicklungstiefe oder mäßiger Entwicklungstiefe mit lehrmerfüllten Klüften im Ausgangsmaterial
6	Oxigleye
7	Gleye

1) Die Festlegung der Standortseinheiten erfolgte unter Mitwirkung von OFR. K. FOERST und OFR. K. WALD.

5.1.5.2. Häufigkeit des Vorkommens der Standortseinheiten

Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Standortseinheiten zeigt Tab.4.

Stratum		Standortseinheiten - Anteile in % -							Summe
		1	2	3	4	5	6	7	
Gesamtes Untersuchungsgebiet	insgesamt	10,6	52,8	17,3	11,6	6,3	1,2	0,2	100,0
	Sonnseiten	14,8	53,7	13,5	11,5	6,0	0,5	-	100,0
	Schattseiten	7,7	52,1	20,5	11,3	6,7	1,5	0,2	100,0
Höhenstufe 1300-1390 m	Stufe insgesamt	5,3	51,4	23,7	10,7	7,6	1,3	-	100,0
Höhenstufe 1400-1490 m	Stufe insges.	11,2	58,4	16,8	7,1	5,6	0,6	0,3	100,0
	Sonnseiten	14,6	59,9	14,6	6,4	4,5	-	-	100,0
	Schattseiten	8,1	57,0	19,1	7,6	7,0	0,6	0,6	100,0
Höhenstufe 1500-1590 m	Stufe insges.	12,5	48,7	16,4	16,4	4,7	0,9	0,4	100,0
	Sonnseiten	13,7	52,1	15,4	16,2	2,6	-	-	100,0
	Schattseiten	11,6	43,8	19,4	16,5	6,8	1,9	-	100,0
Höhenstufe 1600 m u darüber	Stufe insges.	15,0	47,5	8,3	16,7	9,2	3,3	-	100,0
	Sonnseiten	18,9	44,6	8,1	14,9	10,8	2,7	-	100,0
	Schattseiten	7,1	52,5	9,5	19,0	7,1	4,8	-	100,0

Tab.4: Häufigkeit des Vorkommens der Standortseinheiten in Prozent

Betrachtet man zunächst die Anteile der einzelnen Standorteinheiten am Gesamtkollektiv der bestockten Probekreise, so ist festzustellen, daß die untersuchte Fläche zu mehr als der Hälfte (52,8 Prozent) aus Rendzinen, Braunerderrendzinen und Rendzina-Braunerden mäßiger Entwicklungstiefe (STE 2) besteht.

Standorte, die infolge ihrer geringen Entwicklungstiefe den Bäumen ausgesprochen schlechte Wuchsbedingungen bieten (STE 1), sind insgesamt nur zu 10,6 Prozent beteiligt.

Auf nahezu einem Viertel des Untersuchungsgebietes bestehen vom Standort her ausgezeichnete Wuchsbedingungen (Anteil der Standortseinheiten mit großer Entwicklungstiefe des Bodens (STE 3+5) insgesamt 23,6 Prozent). Weitere 11,6 Prozent der Fläche werden von den gleichfalls günstige Voraussetzungen bietenden Braunerden und Kalkverwitterungslehmen mäßiger Entwicklungstiefe (STE 4) eingenommen.

Bei einem Vergleich der Höhenstufen zeigt sich, daß die Standortseinheit 1 im Bereich von 1300 bis 1390 m (nur Schattseiten) ihren geringsten (5,3 Prozent) und in Lagen von 1600 m und darüber ihren höchsten Anteil (15,0 Prozent) erreicht. Die Gruppe der Standortseinheiten mit großer Bodenentwicklungstiefe (STE 3+5) verhält sich hier erwartungsgemäß genau umgekehrt. Ihr Anteil fällt von 31,3 Prozent im untersten Höhenbereich auf 17,5 Prozent in Lagen von 1600 m und darüber ab.

Der Anteil der Standortsguppe mit mäßiger Entwicklungstiefe des Bodens (STE 2+4) - er liegt bei knapp zwei Drittel der Probenflächen - ist hingegen keiner höhenbedingten Veränderung unterworfen.

Ab 1400 m Meereshöhe ist ein Vergleich zwischen Sonn- und Schattseiten möglich. Dabei ist festzustellen, daß die Standortseinheit 1 in allen Höhenstufen auf Sonnseiten stärker beteiligt ist als auf Schattseiten. So beträgt ihr Anteil in der Höhenstufe von 1400 bis 1490 m auf Sonnseiten 14,6 Prozent, auf Schattseiten dagegen nur 8,1 Prozent. Im Gegensatz hierzu sind die Standorte mit großer Bodenentwicklungstiefe (STE 3+5) in der Regel auf Schattseiten häufiger vertreten als auf Sonnseiten (Ausnahme: STE 5 in Lagen von 1600 m und darüber).

Als Ergebnis dieser Darstellung des Vorkommens der einzelnen Standortseinheiten läßt sich kurz zusammenfassen:

- Im Bezug auf den Boden sind im Untersuchungsgebiet für Waldbestände bis in große Höhen überwiegend gute, auf einem Viertel der Fläche sogar ausgezeichnete Wuchsbedingungen vorhanden; die Schattlagen sind in dieser Hinsicht etwas günstiger zu bewerten als die Sonnseiten.

- Der Anteil der Standorte mit schlechten Voraussetzungen für das Baumwachstum liegt bei etwa 10 Prozent; er bleibt auch im ungünstigsten Fall - sonnseitige Lagen in großer Höhe - unter der 20 Prozent-Grenze.

5.1.5.3 Bodenbildung in Abhängigkeit vom geologischen Ausgangsmaterial

Aus den im Untersuchungsgebiet vorzufindenden geologischen Formationen entstehen sehr unterschiedliche Böden. Hauptdolomit, Plattenkalk, Muschelkalk, Wettersteinkalk, Doggerkalk, Raibler Kalke und auch die interglaziale Breccie bestehen überwiegend aus harten Kalken. Die aus diesem Ausgangsmaterial gebildeten Böden sind meist mittelgründige, seltener flachgründige Rendzinen und Rendzina-Braunerden. Aber auch innerhalb dieser Formationengruppe stellt man Unterschiede hinsichtlich der Standortsgüte fest; so liefert der Plattenkalk in der Regel wegen des höheren Anteils an toniger Substanz bessere Böden als beispielsweise der Hauptdolomit.

Partnachschiefer, Lias, Raibler-Sandstein und Kössener Schichten bestehen aus kalkigen Mergeln mit Kalkbänken, mergeligen Kalken und Mergeln. Bei Verwitterung dieses Ausgangsmaterials entstehen meist schluffig-tonige Böden.

Die bunten Hornsteinschichten, Allgäuschichten, Aptychenschichten, der bunte Liaskalk, obere Jura und das Neocom bestehen aus steinig-grusigen Lehmen und liefern überwiegend tiefgründige Böden mit guten Wuchsbedingungen.

Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Lokalmoränen ergeben beim Prozeß der Bodenbildung meist Rendzinen und Braunerde-Rendzinen mittlerer Entwicklungstiefe; die Fernmoränen weisen wegen ihres höheren Anteils an toniger und nährstoffreicher Substanz bessere Wuchsbedingungen als die Lokalmoränen auf.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, welche Häufigkeit die ausgeschiedenen Standortseinheiten auf den jeweiligen geologischen Formationen aufweisen. Hierbei mußte jedoch die methodische Unsicherheit in Kauf genommen werden, daß die geologischen Karten die Verhältnisse in der Regel erst ab 1 m Tiefe wiedergeben und daß die Bodenbildung in manchen Fällen nicht auf dem geologischen Ausgangsmaterial selbst, sondern auf einer darüberliegenden Schuttdecke vor sich gegangen sein kann.

In Tab.5 werden für die am häufigsten vorkommenden Formationen die Anteile der Standortseinheiten aufgeführt; in dieser Zusammenstellung erscheinen nur diejenigen Formationen, deren Gesamtbeteiligung an der untersuchten Fläche noch eine Aussage hinsichtlich der Zusammensetzung nach Standortseinheiten erlaubt.

Standortseinheit	Alle Formationen %	Hauptdolomit %	Plattenkalk %	Raibler Kalke %	Hangschutt %
1	10,6	14,0	14,4	4,4	8,5
2	52,8	66,8	33,3	49,0	49,1
3	17,3	14,0	21,1	26,7	19,2
4	11,6	3,1	25,6	15,5	17,5
5	6,3	2,1	5,6	4,4	5,7
6	1,2	-	-	-	-
7	0,2	-	-	-	-
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab.5: Anteile der Standortseinheiten an den häufigsten geologischen Formationen

Es zeigt sich, daß die Standortseinheit 1 im Vergleich zu ihrer Gesamtbeteiligung (10,6 Prozent) auf Hauptdolomit und Plattenkalk häufiger vertreten ist (14,0 Prozent). Ihr Anteil beträgt auf Raibler Kalken nur 4,4 Prozent und auch auf Hangschuttmaterial nur 8,5 Prozent. Der Anteil der Standortseinheit 2 auf Hauptdolomit liegt bei etwa zwei Drittel, bei Plattenkalk jedoch nur bei einem Drittel.

Die besonders wuchskräftigen Standortseinheiten mit großer Entwicklungstiefe (STE 3 und 5) sind auf Hauptdolomit mit 16,1 Prozent, auf Plattenkalk bereits mit 26,7 Prozent und bei den Raibler Kalken mit 31,1 Prozent beteiligt.

Oxigleye und Gleye (STE 6 und 7) kommen bei den vorher genannten Formationen überhaupt nicht vor; sie entstanden vorwiegend auf Aptychenschichten.

Wegen der eingangs erwähnten methodischen Unsicherheit sind hinsichtlich dieser mitgeteilten Befunde jedoch Einschränkungen am Platze.

5.2 Bringungsverhältnisse

In Tab.6 sind die Anteile der in Abschn.4.2.2 näher beschriebenen Bringungsklassen zusammengestellt.

Höhenstufen	Bringungsklassen			
	1	2	3	S_a
1300-1390m	35,0	26,0	39,0	100,0 %
1400-1490m	10,6	23,0	66,4	100,0 %
1500-1590m	2,1	18,5	79,4	100,0 %
1600 u.darüber	0	12,9	87,1	100,0 %
Gesamverteilung	13,1	21,3	65,6	100,0 %

Tab.6: Anteile der Bringungsklassen

Es zeigt sich:

- Auf knapp zwei Drittel der Fläche ist eine wirtschaftliche Holzbringung nicht möglich (Bringungsklasse 3); der Anteil dieser Bringungsklasse steigt mit zunehmender Meereshöhe von 39 Prozent in Lagen von 1300-1390 m bis auf 87 Prozent im Bereich von 1600 m und darüber stark an.
- Auf etwas über 20 Prozent des Untersuchungsgebiets würde sich eine Holznutzung an der Schwelle der Rentabilität bewegen; unter Zugrundelegung der Preis-Kosten-Verhältnisse des Jahres 1973 ist sie jedoch noch wirtschaftlich (Bringungsklasse 2). Wäre es möglich, die bei der

Holzbringung im Steilgelände auftretenden Folgeschäden (höherer Faulholzanteil infolge Rücke- und Treibschäden sowie Bodenschäden) in die Kalkulation mit einzubeziehen, so würde vermutlich bei einem Teil der Maßnahmen auch auf diesen Flächen die Rentabilitätsschwelle nicht mehr erreicht.

- Nur auf 13 Prozent der Fläche ist eine wirtschaftliche Holzbringung uneingeschränkt möglich (Bringungsklasse 1); diese Flächen finden sich überwiegend im Bereich von 1300-1390 m; ab 1500 m Höhe ist der Anteil der Bringungsklasse 1 praktisch auf Null gesunken.

5.3 Vorkommen von Bodenvegetation und Latschenbewuchs

5.3.1 Bodenvegetation

Die Bodenvegetation besteht auf dem weit überwiegenden Teil der Probekreise (ca. 90 Prozent) aus Gras- und Krautflora. Nur auf etwa 10 Prozent der Fläche ist eine Mischflora aus Kleinsträuchern, Kräutern und Gräsern zu beobachten.

Auf den einzelnen Probeflächen ergeben sich folgende Bedeckungsprozente der Bodenvegetation:

Bedeckungsprozente	0-49	50-74	75-100
Anteile der Probekreise (%)	5,4	27,5	67,1

In zwei Drittel aller Fälle findet sich somit eine Bodenvegetation, welche die jeweiligen Probekreisflächen zu 75 bis 100 Prozent bedeckt. Bedeckungsprozente unter 50 gehören zu den Ausnahmen (5,4 Prozent).

Weitergehende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Bodenvegetation und Biomasseerhebungen mußten wegen des hiermit verbundenen Arbeitsaufwands unterbleiben.

5.3.2 Latschenbewuchs

Latschenbewuchs wurde auf 58 Probekreisen, das sind 6,3 Prozent der Gesamtzahl, festgestellt. Hierbei ergab sich keine auffällige Häufung in bestimmten Höhenstufen. Auf den Probekreisen wurden folgende Bedeckungsprozente der Latsche beobachtet:

Bedeckungsprozente	1-24	25-49	50-74	75-100
Anteile der Probekreise (%)	53,4	15,5	25,9	5,2

Die Latsche nahm demnach auf über 50 Prozent der Probekreise, auf denen sie überhaupt vorkam, nur einen Flächenanteil von unter 25 Prozent ein.

5.4 Waldweidebelastung des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet wurde seit Jahrhunderten in einer heute kaum mehr vorstellbaren Intensität weidewirtschaftlich genutzt. Die derzeitige Verfassung der Hochlagenwälder kann überhaupt nur vor dem Hintergrund dieser permanenten Waldweidenutzung erklärt und beurteilt werden.

Der gesamte Hochlagenbereich ist auch heute noch ausnahmslos mit Waldweiderechten belastet. In neuester Zeit ist zwar ein Rückgang der Intensität dieser Rechtsausübung festzustellen, bei einer Betrachtung des derzeitigen Waldzustands und bei der Frage nach den Ursachen dieser Entwicklung muß jedoch davon ausgegangen werden, daß in der weiter zurückliegenden Zeit sämtliche weidegängigen Flächen ungleich intensiver als heute entsprechend dem Rechtstitel waldweidewirtschaftlich genutzt wurden.

5.4.1 Waldweidebelastung - probekreisbezogene Erhebung

Die Feststellung, ob ein Probekreis derzeit von der Waldweide betroffen ist, erfolgte durch Befragen der zuständigen Forstbeamten. Für die zurückliegende Zeit ließen sich die Verhältnisse

aus der Erinnerung des dort am längsten tätigen Forstpersonals rekonstruieren, allerdings nur für einen Zeitraum von 20 Jahren.

Die probeflächenbezogene Erhebung der Waldweidebelastung - zurück bis zum Jahr 1953 - brachte folgendes Ergebnis (Tab.7):

<u>Kennziffer</u>		<u>Prozent</u>
1	Die Fläche wird heute noch überwiegend mit Großvieh beweidet	58,3
2	Die Fläche wird heute noch überwiegend mit Schafen beweidet	18,0
3	Die Fläche war noch im Jahr 1953 beweidet. Die Ausübung des Weiderechts kam zwischen 1953 und 1963 zum Erliegen. In den letzten 10 Jahren war mit Sicherheit keine Beweidung mehr zu verzeichnen.	10,9
4	Die Fläche ist nicht beweidet. Die Beweidung wurde vermutlich schon vor dem Jahr 1953 eingestellt.	12,8
	Summe	100,0

Tab.7: Übersicht über die Waldweidebelastung

Mehr als drei Viertel der gesamten Hochlagenwaldfläche wird auch heute noch regelmäßig beweidet. Besonders ungünstig ist hierbei der hohe Anteil der Schafweideflächen (18 Prozent). Auf 12,8 Prozent der Probekreise war die Waldweide vermutlich schon vor dem Jahr 1953 eingestellt, in 10,9 Prozent der Fälle kam sie zwischen 1953 und 1963 zum Erliegen.

5.4.2 Verhältnis Lichtweide : Waldweide

Der Umfang der Weideausbung auf bewaldeten Flächen bis in die heutige Zeit ist auf das außerordentlich ungünstige Verhältnis von Lichtweide- zu Waldweideflächen im Untersuchungsgebiet

zurückzuführen. Diese Verhältniszahl beträgt für den Hochlagenbereich des Werdenfelser Landes 0,12 (errechnet aus Angaben in: Almen/Alpen in Bayern, BAYER. STAATSMIN. D. INNERN, BAYER. STAATSMIN. F. ERNÄHRUNG, LANDW. U. FORSTEN, 1972).

5.4.3 Auftriebszahlen

Für das Jahr 1973 sind nach den Unterlagen der Forstämter Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald folgende Auftriebszahlen zu verzeichnen (Licht- und Waldweide ohne Heimweide, incl. Fremdvieh):

<u>Viehgattung</u>	<u>Stückzahl</u>
Rinder	1374
Pferde	15
Schafe (Ziegen)	1649

Diese Zahlen machen deutlich, welchen Umfang die Weide auch heute noch in diesem Raum einnimmt. Der hohe Anteil der Schafweide wirkt sich hierbei besonders ungünstig aus.

Für den Teilbereich des ehemaligen Forstamts Partenkirchen - er umfaßt etwa ein Drittel der heutigen Forstamtsbereiche Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald und kann für diese Region als durchaus repräsentativ angesehen werden - liegt eine Zusammenstellung der Auftriebszahlen zurück bis zum Jahr 1845 vor (HELM, 1952; MEISTER, 1969) (Abb.3).

Aus diesem Zahlenmaterial ergibt sich, daß die Almviehhaltung seit 1845 durchaus nicht gleichmäßig abgesunken ist; vielmehr war während der beiden Weltkriege und in Zeiten verstärkter Autarkiebestrebungen ein Ansteigen der Auftriebszahlen zu beobachten (MEISTER, 1969).

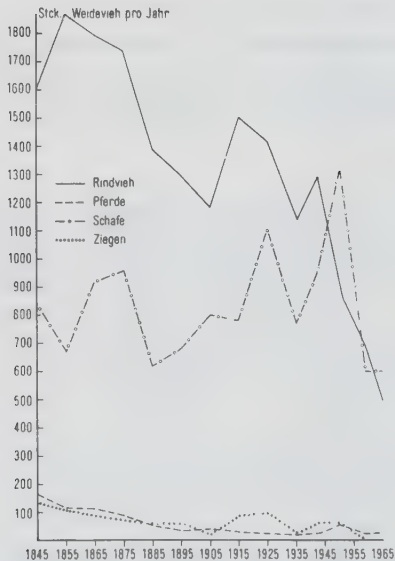


Abb.3: Entwicklung des Weidevieh-Auftriebs
im Forstamt Partenkirchen,
nach HELM und MEISTER

Im übrigen darf die Belastung des Gebiets durch die Weideausübung nicht anhand der Auftriebszahlen allein beurteilt werden. MEISTER, 1969, vertritt in diesem Zusammenhang die Auffassung, daß die heutigen Rinder fast doppelt so schwer sind wie die vor 100 Jahren und deshalb wesentlich stärkere Trittschäden verursachen. Zwar wird heute aus Mangel an Almpersonal vielfach anstelle von Milchkühen Jungvieh aufgetrieben, das leichter ist. Dies führt jedoch nach MEISTER, 1969, kaum zu einer Entlastung der Weidegebiete, da die Gewichtsabnahme durch den wesentlich größeren Bewegungsdrang des Jungviehs zumindest ausgeglichen wird.

Aufgrund des im Untersuchungsgebiet vorzufindenden sehr ungünstigen Verhältnisses von Lichtweide zu Waldweide kann als sicher gelten, daß die durch die Weidetätigkeit derartig großer Viehmengen entstehende Belastung zum weit überwiegenden Teil der Wald zu tragen hat. Es ist jedoch nicht möglich, genau anzugeben, wie hoch die Beweidungsintensität speziell im Hochlagenbereich ist. Das Vieh wird entsprechend der Entwicklung der Vegetation jedes Jahr zu unterschiedlichen Zeiten in die höheren Lagen getrieben und verweilt dort unterschiedlich lange.

Eine Vorstellung hiervon läßt sich nur in ungefährer Größenordnung gewinnen, indem man den Anteil der Almen betrachtet, der in den Hochlagenbereich fällt. Nach KARGL, 1947, liegen 75 Prozent aller Almen im Werdenfelser Land in einer Höhenlage von über 1300 m. Dies läßt den Schluß zu, daß auch der größte Teil der Weidebelastung dieses Gebiets von den Hochlagen getragen wird.

5.4.4 Auswirkungen der Weide auf den Waldzustand

Die starken negativen Auswirkungen einer übermäßigen Weidenutzung auf den Waldzustand - bedingt durch die Bevölkerungsvermehrung und das damit verbundene Ansteigen der Viehbestände von etwa der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts an - wurden bereits durch KERNER v. MARILAUN, 1867, in seiner Schrift "Die Alpenwirtschaft in Tirol" anschaulich geschildert. Speziell zur Frage der Waldweide führt KERNER aus: "Statt aber Wälder und Weiden streng zu scheiden, beide Kulturgattungen nach der Lage des Terrains entsprechend zu gruppieren und die einen durch die anderen zu schützen, hat man eine Kulturgattung erhalten und erweitert, die als ein unglücklichselig Mittelding Holz wie der Wald und Gras wie die Weide liefern sollte, die aber schließlich weder nach der einen noch nach der anderen Richtung hin mehr entsprechen konnte."

Auch die gefährliche ursächliche Verknüpfung zwischen Waldweide und Verlichtung des Bergwalds auf der einen und erhöhtem Oberflächenabfluß auf der anderen Seite wurden von KERNER bereits damals klar erkannt und eindrucksvoll beschrieben.

Mit den Problemen, die der Forstwirtschaft und der Landeskultur aus der Waldweide erwachsen, haben sich seit KERNER eine Reihe von Autoren befaßt, z.B. SYRUTSCHEK, 1880; JUGOVIZ, 1908; BAVIER, 1910; ZEDERBAUER, 1914; TRUBIG, 1938; LEIBUNDGUT, 1938; MAGIN, 1949; HELM, 1952; PLOCHMANN, 1969. Eine umfassende Darstellung

der schädlichen Auswirkungen der Waldweide auf den Zustand des oberbayerischen Bergwaldes findet sich bei JOBST, 1962.

Die negativen Wirkungen der Waldweide lassen sich nach den in der Literatur mitgeteilten Befunden schlagwortartig kurz umreißen:

- Reduzierung des Verjüngungspotentials durch Abäsen und Verbiß der Jungpflanzen.
- Veränderung der Baumartenanteile durch selektiven Verbiß des Laubholzes und der Tanne.
- Trittschäden an der Verjüngung.
- Allmähliche Auflichtung der Waldflächen.
- Absenken der Waldgrenze.
- Bodenschäden durch Viehtritt, Bodenverdichtung, Erhöhung des Oberflächenabflusses und der Erosionstätigkeit.

Diesen vor allem in landeskultureller Hinsicht bedeutenden Schäden der Waldweide steht - wie auch von Vertretern der Landwirtschaft nicht bestritten wird - nur ein sehr geringer wirtschaftlicher Nutzen gegenüber.

TRUBIG, 1938, führt als Beispiel an, daß die Bodenvegetation unter einem Fichtenaltholz in 1590 m Höhe (Stammgrundfläche 32 m²/ha) zu 69 bis 79 Prozent aus Gräsern mit geringem Nährwert besteht, die von der Versuchsanstalt Mariabrunn nicht mehr als Viehfutter, sondern nur als Streumaterial qualifiziert wurden.

Ähnlich beurteilt KARGL, 1947, den Futterwert der Waldweide, wenn er ausführt, daß der Nährwert der im Wald wachsenden minderwertigen Schattengräser nicht viel besser als der von Stroh sei, so daß diese nur als "Erhaltungsfutter" von Bedeutung sein können. Der Autor schreibt wörtlich: "Da die Waldweide der Hauptsache nach aus minderwertigen Futterpflanzen besteht, können nur sehr genügsame Tiere das Erhaltungsfutter finden und von Produktion kann in den meisten Fällen nicht gesprochen werden."

FISCHBACHER, 1956, faßt seine Überlegungen dahin zusammen, daß eine extensiv genutzte Waldweide nur Nachteile bringt; auf der Suche nach geringwertiger Nahrung legt das Vieh weite Wege zurück, wodurch Verluste an Milch und Fleisch auftreten. Das Vieh braucht deshalb längere Weidezeiten und hat weniger Ruhe.

5.5 Hanglabilität

Zeitlich gleichlaufend mit dem Projekt "Hochlageninventur" wurde in den Forstämtern Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald durch die Oberforstdirektion München eine Kartierung der Hanglabilität durchgeführt. Das Verfahren wurde von LAATSCH entwickelt und erstmals im Landkreis Miesbach großflächig angewendet. Die Einzelheiten der Kartierungsmethode sind in der vom Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten herausgegebenen Schrift: LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973, "Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach" ausführlich beschrieben.

Nach dem Grad der Widerstandsfähigkeit der Hänge gegenüber den verschiedenen Formen des beschleunigten Hangabtrags wurden drei Hanglabilitätsstufen ausgeschieden:

- Stufe 1: stabile Flächen; in der Regel sind keine Schäden zu erwarten;
- Stufe 2: mäßig labile Flächen; es können leichte bis mittlere Schäden auftreten; eine Waldbestockung ist empfehlenswert, jede unpflegliche Maßnahme muß vermieden werden;
- Stufe 3: sehr labile Flächen; da mit schwersten Schäden gerechnet werden muß, ist eine dauernde schutzwirksame Waldbestockung erforderlich.

Diese Klassifizierung ist nicht auf die aktuelle, sondern auf die potentielle Gefährdung abgestellt. Eine Zuordnung zur Labilitätsstufe 2 oder 3 sagt demnach aus, daß die Flächen durch bestimmte Formen des beschleunigten Hangabtrags mäßig bzw. stark gefährdet sind, wenn sie nicht eine dichte Waldbestockung tragen.

Für die Beurteilung der Schutzfunktion der Hochlagenbestockung ist es von besonderer Wichtigkeit zu wissen, auf welchen Teilflächen das Vorhandensein einer dichten Waldbestockung zur Vermeidung schwerster Schäden unbedingt nötig ist. Aus diesem Grund wurde die Lage der einzelnen Probekreise mit dem kartenmäßig vorliegenden Ergebnis der Ausscheidung der Labilitätsstufen verglichen.

	Alle Höhenstufen	1300-1390 m	1400-1490 m	1500-1590 m	1600 m u. darüber
	Probekr. %	Probekr. %	Probekr. %	Probekr. %	Probekr. %
Labilitätsstufe 1	199 21,6	54 24,1	72 21,2	48 20,3	25 20,5
Labilitätsstufe 2	281 30,5	83 37,1	95 28,0	75 31,8	28 22,9
Labilitätsstufe 3	442 47,9	87 38,8	173 50,8	113 47,9	69 56,6
Alle Labilitätsstufen	922 100,0	224 100,0	340 100,0	236 100,0	122 100,0

Tab.8: Anteile der Hanglabilitätsstufen
an der Holzbodenfläche
(einschl. unbestockter Flächen)

Tab.8 zeigt, daß mit 47,9 Prozent fast die Hälfte der untersuchten Hochlagen-Holzbodenfläche in die Hanglabilitätsstufe 3 fällt. Im untersten Höhenbereich (1300 bis 1390 m) beträgt der Anteil dieser Kategorie 38,8 Prozent, in Lagen von 1600 m und darüber 56,6 Prozent. Diese Flächen sind nur unter einer möglichst dauernd schutzwirksamen Bestockung stabil.

Der mäßig labilen Stufe 2 gehören 30,5 Prozent der Hochlagenwälder an. Nur 21,6 Prozent der Fläche können der stabilen Stufe 1 zugerechnet werden.

Es läßt sich somit zusammenfassen, daß das untersuchte Gebiet aufgrund seiner natürlichen Gegebenheiten (Hangneigung, Höhenlage) eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber den verschiedenen Formen eines beschleunigten Hangabtrags aufweist. Auf knapp der Hälfte der Flächen können schwerste Schäden nur durch eine intakte Schutzwaldbestockung verhindert werden, und auf den übrigen Teilen ist eine dauernd schutzwirksame Waldbestockung zumindest anzustreben.

6. Struktur und Verfassung der Hochlagenbestände

Die Darstellung der Struktur des Hochlagenwaldes und die Beurteilung seiner Verfassung erfolgt auf der Grundlage eines Materials von rd. 36 000 aufgenommenen Einzelbäumen mit einer Mindesthöhe von 1,30 m.

6.1 Stammzahlen und Grundflächen als Bestandesdichtekriterien

Als Maß für die Dichte der Bestockung bieten sich im Hochlagenwald Stammzahlen und Grundflächen an.

Der gleichfalls in manchen Untersuchungen verwendete Beschirmungsgrad erscheint im vorliegenden Fall als Bestandesdichtekriterium weniger brauchbar, da eine Änderung im dominierenden Habitus der Bestockungsglieder Auswirkungen auf den Anteil der überschirmten Fläche haben kann; so sind im untersten Höhenbereich des untersuchten Gebiets vielfach Fichten mit breiter, kräftig ausgeformter Krone vorzufinden, während sich mit zunehmender Meereshöhe immer mehr der für Hochlagen typische spitzkronige Habitus einstellt. Vor allem aber ist eine exakte Erfassung der Beschirmung problematisch und schwierig.

6.1.1 Durchschnittswerte

6.1.1.1 Durchschnittswerte der Stammzahlen

Die Durchschnittswerte der Stammzahlen je Flächeneinheit sind als überschlägige Dichteindikatoren für die Bestockung der Hochlagen brauchbar. Die durchschnittliche Stammzahl für das gesamte Untersuchungsgebiet liegt bei knapp 700 Bäumen/ha (Tab.9).

In der Höhenstufe von 1300 bis 1390 m beträgt die Stammzahl-dichte im Durchschnitt nahezu 1000 Bäume pro ha, und selbst in Lagen von 1600 m und darüber sind - auf den Hektar bezogen - immerhin noch über 400 Individuen anzutreffen.

Stratum	Alle Expositionen	Sonn-seiten	Schatt-seiten	Süd-seiten	Nord-seiten
Alle Höhenstufen	692	598	755	610	751
Höhenstufe 1300 - 1390 m	994	-	960	-	941
Höhenstufe 1400 - 1490 m	707	679	735	689	683
Höhenstufe 1500 - 1590 m	528	523	548	556	475
Höhenstufe 1600 m u. darüber	409	441	368	533	457

Tab.9: Durchschnittswerte der Stammzahlen
pro Hektar;
Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

In Tab.9 sind neben den Gesamtwerten auch die Stammzahldurchschnittswerte der beiden Expositionsgruppen Sonn- und Schattseiten aufgeführt. Ein entsprechender Vergleich ist erst ab 1400 m möglich, da in der untersten Höhenstufe von 1300 bis 1390 m nur die Schattseiten in die Untersuchung einbezogen wurden.

Die Unterschiede zwischen Sonn- und Schattseiten sind in den Höhenstufen unter 1600 m nicht sehr ausgeprägt; die entsprechenden Werte liegen eng beisammen.

In Lagen über 1600 m zeigt sich allerdings eine deutliche Überlegenheit der Sonnseiten gegenüber den Schattseiten hinsichtlich der durchschnittlichen Stammzahlhaltung. Bei dieser Gegenüberstellung ist zu berücksichtigen, daß die beiden Gruppen "Sonnseiten" und "Schattseiten" jeweils vier Einzelexpositionen umfassen. Von den ökologischen Bedingungen her müssen sich hierbei fließende Übergänge ergeben.

Deshalb tritt der Einfluß der Expositionen deutlicher zutage, wenn man die beiden Extreme - reine Nordlagen und reine Süd-lagen - einander gegenüberstellt.

Hier zeigt sich nun, daß die Durchschnittswerte der Stammzahlen auf den reinen Südseiten durchwegs höher liegen als auf den reinen Nordseiten. In diesen Durchschnittswerten spiegelt sich offensichtlich die Tatsache wider, daß im Hochlagenbereich mangelnde Wärme der begrenzende Wuchsfaktor ist. Auf reinen Südseiten sind deshalb infolge der höheren Wärmeeinstrahlung bessere Wuchsbedingungen als auf den Nordlagen vorhanden.

Diese bei den durchschnittlichen Stammzahlen zu beobachtenden Unterschiede treten bei den Durchschnittswerten der Grundflächen (Abschn. 6.1.1.2) noch deutlicher zutage.

Eine Differenzierung des Probekreismaterials nach Stufen der Bestandesentwicklung und eine getrennte Berechnung der Stammzahl-durchschnittswerte hätte zu einer Erhöhung der Aussagefähigkeit dieser Werte geführt. Es war jedoch in der Praxis meist nicht möglich, ausgeprägte Bestandesentwicklungsstufen klar anzusprechen. In der Mehrzahl der Fälle lag ein plenterwaldartiger Bestandaufbau mit einem Defizit an schwächer dimensionierten Stämmen vor, der sich durch Angaben wie "Altbestand" o.ä. nur sehr unzureichend charakterisieren läßt. Ausgesprochene Jungbestände - auch dies ist, wie aus den Altersangaben in Abschn. 6.3 hervorgeht, ein sehr relativer Begriff - sind in den Hochlagen in flächenmäßig klar abzugrenzendem Ausmaß nur sehr selten vorhanden.

6.1.1.2 Durchschnittswerte der Grundflächen

In Tab.10 sind die durchschnittlichen Grundflächenwerte (Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2) mit den dazugehörigen Variationskoeffizienten und Standardfehlerprozenten angegeben.

Für das gesamte Untersuchungsgebiet errechnet sich eine durchschnittliche Grundfläche von $26,2 \text{ m}^2/\text{ha}$. In der Höhenstufe von 1300 bis 1390 m beträgt dieser Wert $28,7 \text{ m}^2/\text{ha}$. Bis zu einer Seehöhe von 1590 m ist nur ein langsames Absinken bis auf $26,3 \text{ m}^2/\text{ha}$ zu beobachten, während in Lagen von 1600 m und darüber - also im ausgesprochenen Grenzbereich der derzeitigen waldbestockung - die durchschnittliche Grundfläche deutlich abfällt ($18,6 \text{ m}^2/\text{ha}$).

		Insgesamt	Anzahl der Probekreise	Sonn- seiten	Anzahl d. Probekreise	Schatt- seiten	Anzahl d. Probekreise	Süd- seiten	Anzahl d. Probekreise	Nord- seiten	Anzahl d. Probekreise
<i>Alle Höhenstufen</i>	Grundfläche (m ² /ha) Variations- koeffizient Standard- fehlerprozent	26,2 59,8 2,0	914	26,0 60,7 3,2	364	26,3 59,2 2,6	521	28,3 56,4 5,1	122	27,4 54,8 4,2	172
<i>1300 - 1390 m</i>	Grundfläche (m ² /ha) Variations- koeffizient Standard- fehlerprozent	28,7 50,8 3,4	224	- - -	16	28,7 51,2 3,6	204	- - -	-	29,4 51,2 5,9	76
<i>1400 - 1490 m</i>	Grundfläche (m ² /ha) Variations- koeffizient Standard- fehlerprozent	27,1 55,6 3,0	338	28,6 54,1 4,3	157	25,8 56,5 4,3	172	29,9 52,5 7,1	54	27,2 53,7 7,0	59
<i>1500 - 1590 m</i>	Grundfläche (m ² /ha) Variations- koeffizient Standard- fehlerprozent	26,3 63,3 4,1	232	25,6 61,4 5,7	117	26,9 64,4 6,3	103	30,3 52,5 8,9	35	25,5 58,6 11,3	27
<i>1600 m und darüber</i>	Grundfläche (m ² /ha) Variations- koeffizient Standard- fehlerprozent	18,6 81,6 7,4	120	19,5 74,4 8,6	74	15,9 99,0 15,3	42	22,9 68,9 12,2	32	18,8 85,9 27,1	10

Tab.10: Durchschnittswerte der Grundflächen;
Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

Stichprobenfehler:

Die Variationskoeffizienten der Grundflächendurchschnittswerte liegen relativ hoch, im Mittel über alle Probeflächen bei 59,8 Prozent. Diese hohe Variabilität ist durch eine geradezu als Charakteristikum der Hochlagenwälder anzusehende starke Inhomogenität der Bestockung und eine große Schwankungsbreite in der Grundflächenhaltung der einzelnen Waldpartien begründet.

Die Variationskoeffizienten nehmen von der untersten zur obersten Höhenstufe konstant zu - ein Hinweis darauf, daß die Bestockungsdichte mit zunehmender Höhenlage immer uneinheitlicher wird.

Angesichts dieser hohen Variabilität war es nötig, eine verhältnismäßig große Anzahl von Probeflächen aufzunehmen, um den an eine derartige Untersuchung zu stellenden Genauigkeitsanforderungen gerecht werden zu können (Abschn.4.1.2).

Bei der Errechnung des Durchschnittswerts der Grundfläche für das gesamte Untersuchungsgebiet wurde mit 914 Probekreisen ein Standardfehlerprozent von $\pm 2,0$ erreicht. Rechnet man mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent, so ergibt sich bei einem t-Wert von 1,96 ein Bereich von $\pm 3,88$ Prozent um den Mittelwert, in dem der wahre Wert mit 95 Prozent Wahrscheinlichkeit liegt. Der Durchschnittswert der Grundfläche liegt demnach für das gesamte Untersuchungsgebiet bei dieser Irrtumswahrscheinlichkeit innerhalb der Konfidenzgrenzen von 25,2 und 27,2 m²/ha.

Vergleich der Grundflächendurchschnittswerte auf den Expositionen:

Ein Vergleich der beiden Expositionsgruppen hinsichtlich ihrer durchschnittlichen Grundfläche (Tab.10) zeigt:

In der Höhenstufe von 1400 bis 1490 m sind die Sonn- den Schattseiten überlegen, in der Stufe von 1500 bis 1590 m liegen die beiden Werte dicht beisammen, während in Lagen von 1600 m und darüber die Sonnseiten eine merklich höhere Grundfläche aufweisen.

Die Unterschiede verdeutlichen sich, wenn man nur die beiden Extreme, also die reinen Südlagen und die reinen Nordlagen, einander gegenüberstellt. Dann zeigt sich, daß die Südseiten auf allen Höhenstufen höhere Grundflächen aufweisen als die Nordseiten, wobei die Unterschiede mit steigender Meereshöhe immer größer werden.

Vergleich der Grundflächendurchschnittswerte auf den geologischen Formationen:

Eine Gegenüberstellung der Grundflächendurchschnittswerte auf den einzelnen geologischen Formationen (Tab.11) zeigt eine

Abstufung, die in etwa der praxisüblichen Beurteilung der Leistungspotenz des jeweiligen Ausgangsmaterials entspricht. So weisen beispielsweise die Bestände auf Plattenkalk höhere Grundflächen auf als die auf Hauptdolomit.

Kenn- ziffer	FORMATION	Bereingung (Prozent)	Durch- schnitt Grund- fläche m ² /ha	Standard- fehler- prozent
1	Hauptdolomit	46,3	23,9	2,9
2	Plattenkalk	9,9	30,1	5,9
3	Muschelkalk	1,9	31,5	14,7
4	Westersteinkalk	3,3	18,3	15,0
5	Doggerkalk	0,1	18,1	-
6	Raibler Kalke	4,9	31,5	8,8
7	Interglaziale Breccie	0,5	29,2	8,5
8	Parnassschiefer	0,5	33,5	19,6
9	Lias	0,1	42,1	-
10	Raibler Sandstein	2,4	29,6	12,3
11	Kössener Schichten	2,1	34,4	11,9
12	Bunte Hornsteinschichten	0,4	27,5	25,3
13	Allgäuschichten	0,3	29,5	11,7
14	Apfrychenschichten	1,0	32,8	17,6
15	Bünner Liaskalk	0,1	40,0	-
16	Oberer Jura	0,3	30,4	46,9
17	Neocom	0,2	44,5	-
18	Ziegspitzschichten	0,1	3,7	-
19	Rauchwacke	0,4	37,2	27,4
20	Hangschutt incl. Blockanhäufung	19,5	26,7	4,5
21	Lokalmoräne (Strausedimente)	2,4	21,7	12,2
22	Fernmoräne	3,1	29,3	10,2
23	Alluvium	0,2	10,0	-
	Summe	100,0		

Tab.11: Grundflächendurchschnittswerte auf den geologischen Formationen; Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

Die aufgeführten Werte können jedoch von einer Vielzahl anderer Einflüsse (z.B. unterschiedliche Repräsentanz in den Meereshöhestufen, Schuttüberdeckung, Weidebelastung) stark überlagert sein; hinsichtlich ihrer Aussagefähigkeit sind deshalb Einschränkungen notwendig. Hinzu kommt, daß bei einer sehr geringen Gesamtbeteiligung der jeweiligen Formation - etwa unter 3 Prozent - das Standardfehlerprozent ein nicht mehr tolerierbares Ausmaß annimmt.

Vergleich der Grundflächendurchschnittswerte auf den Standortseinheiten:

Eine vorsichtige Interpretation der in Tab.12 aufgeführten Grundflächendurchschnittswerte auf den einzelnen Standortseinheiten (Abschn. 5.1.5) läßt den Schluß zu, daß die Ertragspotenz der Standorte in erster Linie von der Entwicklungstiefe des Bodens und nur sekundär vom Bodentyp abhängig ist; denn mit zunehmender Entwicklungstiefe des Bodens steigen die durchschnittlichen Grundflächenwerte stärker an, als durch andere Einflüsse erklärbar wäre. Diese Aussage gilt allgemein für alle Höhenstufen.

Standortseinheit Kennziffer	Anteil	Alle Höhenstufen		1300-1390 m		1400-1490 m		1500-1590 m		1600 m und darüber	
		Grundfläche m ² /ha	Standardfehler prozent	Grundfläche m ² /ha	Standardfehler prozent	Grundfläche m ² /ha	Standardfehler prozent	Grundfläche m ² /ha	Standardfehler prozent	Grundfläche m ² /ha	Standardfehler prozent
1	10,6	20,3	6,7	19,8	17,6	25,0	8,3	17,0	12,5	16,0	22,9
2	52,8	23,5	2,8	25,1	4,5	25,0	4,0	23,2	6,5	15,2	10,9
3	17,3	34,1	3,8	35,1	6,2	33,0	6,6	38,1	6,5	19,9	25,9
4	11,6	26,8	6,0	28,1	11,1	26,6	12,4	28,5	9,8	22,2	17,6
5	6,3	34,9	5,5	37,1	9,8	35,3	10,4	33,0	12,1	32,9	13,4
6	1,2	32,6	16,3	46,1	5,7	46,7	1,6	24,7	47,0	19,2	47,3
7	0,2	22,2	99,3	-	-	0,1	-	44,3	-	-	-
	100,0	26,2	2,0	28,7	3,4	27,1	3,0	26,3	4,1	18,6	7,4

Tab.12: Durchschnittswerte der Grundflächen auf den Standortseinheiten;
Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

Es ist deshalb erlaubt, aus Gründen einer schnelleren Übersicht die vorhandenen Standortseinheiten mit Vertikaldrainage zu drei Standortgruppen (I, II, III) zusammenzufassen und als Einteilungskriterium ausschließlich die Entwicklungstiefe zu verwenden (Tab.13). Böden mit zeitweiligem oder dauerndem Wasserüberschuß werden als Standortgruppe IV getrennt ausgeschieden.

In Tab.13 ist die Zunahme der durchschnittlichen Grundfläche je ha mit steigender Entwicklungstiefe des Bodens besonders gut zu erkennen. Erstaunlich hoch ist dieser Durchschnittswert auf den Böden mit großer Entwicklungstiefe ($34,3 \text{ m}^2/\text{ha}$). Auch die - jedoch nur mit geringen Anteilen vertretenen - Oxigleye und Gleye weisen eine hohe Grundfläche auf ($31,0 \text{ m}^2/\text{ha}$).

	Stand- orts- gruppe	Entwicklungs- tiefe	Anzahl Probekr	Pro- zent	Standortseinheiten	Durchschnittliche Grundfläche(m^2/ha)
Böden mit Vertikaldrainage	I	gering (unter 20 cm)	97	10,6%	Rendzinen, Braunerde-Rendz, Rendzina-Braunerden, Kalkverwitterungslehme u Braunerden geringer Entwidl-Tiefe Kennziffer: 1	20,3
	II	mäßig (20 - 49 cm)	588	64,4%	Rendzinen, Braunerde-Rendz, Rendzina-Braunerden, Braunerde u Kalkverwitterungslehme mäßig Entwicklungstiefe Kennziffern: 2, 4,	24,1
	III	groß (50 cm und darüber)	216	23,6%	Rendzinen, Braunerde-Rendz, Rendzina-Braunerde, Braunerden u. Kalkverwitterungslehme großer Entwicklungstiefe Kennziffern: 3, 5	34,3
Böden ohne Vertikaldrainage	IV		13	1,4%	Oxigleye, Gleye Kennziffern: 6, 7	31,0

Tab.13: Durchschnittswerte der Grundflächen auf den Standortsguppen; Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

6.1.1.3 Beurteilung der Durchschnittswerte der Stammzahlen und Grundflächen; Vergleichszahlen

Eine Beurteilung der errechneten Stammzahl- und Grundflächen-durchschnittswerte bereitet infolge des Fehlens von geeigneten Richtgrößen Schwierigkeiten. Passende, auf die Eigenheiten des Wuchsverlaufs von Fichten-Hochlagenbeständen der nördlichen Kalkalpen zugeschnittene Ertragstafeln stehen nicht zur Verfügung. Ein Vergleich mit den Zahlenangaben in Untersuchungen über hochgelegene Gebirgswälder ist insofern problematisch, als dort

meist nur relativ kleine Flächen (Bestände) untersucht wurden, während es sich bei den eigenen Werten um Durchschnittszahlen einer Hochlagen-"Betriebsklasse" von mehreren tausend Hektar Größe handelt.

Ein Vergleich wird zusätzlich durch die oft verschiedenen Wuchsvoraussetzungen, die unterschiedlichen Einflüsse auf den Wald (z.B. Weide) und nicht zuletzt durch verschiedene Aufnahmemethoden (z.B. Kluppschwelle) erschwert.

Trotz dieser Schwierigkeiten soll versucht werden, aus einschlägigen Untersuchungen Anhaltspunkte für die Beurteilung der eigenen Werte zu erhalten.

Für die meist verlichteten und weidegenutzten Hochlagenwälder Tirols wurde auf der Grundlage einer Stichprobenerhebung von MAIR, 1967, einschlägiges Zahlenmaterial zusammengestellt; ein Vergleich mit den Inventurdaten des Werdenfelser Landes ist hier durchaus möglich. Die Hochlagenbestände Tirols mit überwiegendem Fichtenanteil weisen bei einer Kluppschwelle von 16 cm in der Mehrzahl der Fälle (bei Waldkronenanteil) Stammzahlen zwischen 180 und 240 Bäumen/ha und Grundflächenwerte zwischen 12 und 18 m²/ha auf. Der Hochlagenbereich des Werdenfelser Landes schneidet bei einem Vergleich (durchschnittliche Stammzahl ab 16 cm BHD 266 Bäume/ha) auf weiten Flächen somit günstiger ab.

Vergleicht man die Hochlagenbestockung des untersuchten Raumes jedoch nicht mit typischen Weidewäldern, sondern mit unberührten Urwäldern oder gut bestockten Wirtschaftswäldern ähnlicher Lagen, in denen die Belastung durch den Weidebetrieb wegfällt oder zumindest nicht dominiert, so ergibt sich ein anderes Bild der Verhältnisse.

Am Beispiel des vom Menschen unberührten Fichtenwaldes Scatlè und des anthropogen beeinflussten Schloßberges Lienz wurde für einen gut bestockten Urwald und einen Wirtschaftswald der Hochlagen in Tab. 14 dargestellt, innerhalb welcher Grenzen sich Stammzahlen und Grundflächen in den einzelnen Bestandesentwicklungsphasen bewegen können.

Die Werte HILLGARTERS, 1971, machen deutlich, daß sich in unberührten Wäldern auch in sehr großen Höhen bei bestimmten Entwicklungsphasen der Bestände (Ende der Optimalphase bzw. Terminalphase) extrem hohe Grundflächenwerte ergeben können; die von HILLGARTER ermittelten Spitzenwerte von bis zu 180 m²/ha dürften jedoch mit darauf zurückzuführen sein, daß die Aufnahmeflächen teilweise nur 200 qm groß waren. HILLGARTER selbst gibt die "natürliche maximale Grundfläche" für das untersuchte

Gebiet mit $110 \text{ m}^2/\text{ha}$ an. Auffallend ist jedoch gleichzeitig die hohe Schwankungsbreite der vorkommenden Stammzahlen und Grundflächen. Für das Reservat Scatiè beträgt die durchschnittliche Stammzahl (lebendes Material) je nach Höhenstufe zwischen 450 und 480 Stämme/ha (Kluppschwelle 8 cm BHD) und die durchschnittliche Grundfläche zwischen 49 und $51 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Phasen	Fichtenurwald Beispiel: Reservat Scatiè		Antrophogen beeinflusster Hochlagenwald Beispiel: Schloßberg/Lienz	
	Stammzahl/ha ⁺	Grundfläche m^2/ha ⁺	Stammzahl/ha ⁺⁺	Grundfläche m^2/ha ⁺⁺
Initialphase	1900	100	1070-1380	24-41
Optimalphase	160-1180	30-130	380-680	43-55
Terminalphase	320-840	80-180	350	66
Zerfallsphase	130-320	0-35	177 ⁺⁺⁺	14 ⁺⁺⁺
Verjüngungsphase	370-600	25-65	500	35

⁺ Kluppschwelle 8 cm BHD; incl. totes Material

⁺⁺ ohne Kluppschwelle; incl. totes Material; typ. Fi-Wald u. Fi-Wald (mit Ta)

⁺⁺⁺ nur Fi-Lä-Wald

Tab. 14 : Stammzahlen und Grundflächen in den Bestandesentwicklungsphasen; nach HILLGARTER, 1971, und KAHLS, 1974

Auch in gut bestockten Wirtschaftswäldern des Hochlagenbereichs (Beisp.: Schloßberg/Lienz, Tab. 14) kommen in reiferen Bestandesentwicklungsphasen bei Stammzahlen zwischen 380 und 680 Bäumen/ha beachtliche Grundflächenwerte vor ($43-66 \text{ m}^2/\text{ha}$).

Die in weiteren einschlägigen Untersuchungen angegebenen Werte liegen durchaus innerhalb des in Tab. 14 angegebenen Rahmens und reichen nur in Ausnahmefällen darüber hinaus (MAYER, 1966).

Für den Bereich des montanen Fichten-Tannen-Buchen-Mischwaldes sind in der Untersuchung von MAGIN, 1959, Zahlenangaben enthalten, die mit den Werten aus dem untersten Höhenbereich des von der Hochlageninventur erfaßten Gebiets verglichen werden können. Betrachtet man nur die im Partenkirchener und Mittenwalder Raum gelegenen MAGIN'schen Probestflächen oberhalb von 1300 m Höhe, so bewegen sich die Stammzahlen/ha - auf Horizontaltfläche umgerechnet - etwa zwischen 500 und 1300 und die Grundflächen zwischen 42 und $57 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Ein Vergleich mit Plenterwäldern würde sich dort anbieten, wo Hochlagenbestände - wie nicht selten der Fall - einen plenterwaldartigen Eindruck machen; ein derartiger Vergleich ist jedoch wegen der sehr unterschiedlichen Wuchsvoraussetzungen von Hochlagenwäldern des untersuchten Gebiets und Plenterwäldern beispielsweise des Allgäus oder Emmentals problematisch. Trotzdem gibt die Mitteilung LEIBUNDGUTS, 1972, daß die Grundflächen in den meisten bisher untersuchten Plenterwäldern zwischen etwa 32 und 40 m²/ha liegen, einen zusätzlichen Anhalt.

Kommt man vor dem Hintergrund dieser Vergleichszahlen zu einer Beurteilung der bisher mitgeteilten Dichtewerte der Bestockung, so läßt sich folgendes feststellen:

- Die Durchschnittswerte der Stammzahlen und der Grundflächen liegen bemerkenswert hoch, wenn man bedenkt, daß das Untersuchungsgebiet über Jahrhunderte hinweg einer intensiven Waldweidenutzung ausgesetzt war und auch heute noch durch diese Rechtsausübung stark belastet ist; die Verhältnisse im Werdenfelser Land sind günstiger zu beurteilen als beispielsweise in vielen hochgelegenen und gleichfalls weidenutzten Wäldern Tirols.
- Aufgrund der überwiegend guten Wachstumsvoraussetzungen dürften im Untersuchungsgebiet die natürlichen maximalen Grundflächenwerte sehr hoch (80 bis 100 m²/ha) liegen; geht man von potentiell möglichen Maximalwerten aus, so weichen die tatsächlich vorzufindenden Bestockungsdichten infolge der anthropozogenen Beeinflussung in der Regel stark nach unten ab.
- Besonders geringe Bestockungsdichten treten in Lagen oberhalb von 1600 m auf. Die vielfach lichte bis lückige Bestandesverfassung im Bereich der aktuellen Waldgrenze hat trotz der Höhenlage jedoch nicht primär natürliche Ursachen. Nach den Untersuchungen SCHIECHTLs, 1967, in einigen "weitgehend natürlich erhaltenen Restwäldern" der Tiroler Zentralalpen

zeigte sich, daß die Wälder - wenn auch mit abnehmender Baumhöhe - bis an die Waldgrenze geschlossen, vielfach sogar dicht ausgebildet sind. "Die allmähliche Auslichtung der Wälder gegen die Baumgrenze hin ist also offensichtlich keine natürliche, sondern eine sekundäre Erscheinung, meist anthropogen bedingt".

6.1.2 Häufigkeitsverteilung

6.1.2.1 Häufigkeitsverteilung der Stammzahlen/ha

Ordnet man die Probekreise nach der Häufigkeit der auf ihnen anzutreffenden Baumdichte, so ergibt sich folgendes Bild (Tab. 15):

Stratum	Prozentanteile der Probekreise mit Stammzahlen/ha von					insgesamt
	1 - 200	201 - 400	401 - 800	801 - 1200	>1200	
Höhenstufe 1300 - 1390 m	2,2	18,5	41,0	17,6	20,7	100,0
Höhenstufe 1400 - 1490 m	8,0	21,9	46,5	12,4	11,2	100,0
Höhenstufe 1500 - 1590 m	13,7	29,1	42,7	11,1	3,4	100,0
Höhenstufe 1600 m u. darüber	29,2	31,7	27,5	7,5	4,1	100,0
Untersuchungsgebiet insgesamt	10,8	24,2	41,7	12,7	10,6	100,0

Tab.15: Häufigkeit der Stammzahlwerte pro Hektar;
Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

Hektarstammzahlen bis zu 200 sind in jedem Fall als sehr gering anzusehen und können nicht befriedigen. In diese Kategorie fallen 10,8 Prozent aller Probekreise. 24,2 Prozent der Aufnahmeflächen weisen geringe bis mittlere Stammzahlen auf (201 bis 400 Stämme/ha). Von einer guten Stammzahlhaltung kann man bei Werten zwischen 400 und 800 Bäumen/ha sprechen; dies ist auf 41,7 Prozent der Fläche der Fall. 12,7 Prozent der untersuch-

ten Probekreise weisen hohe (800 bis 1200/ha) und 10,6 Prozent sehr hohe (über 1200/ha) Stammzahlwerte auf.

Der Anteil der Probekreise mit absolut unbefriedigender Stammzahlhaltung steigt von 2,2 Prozent in der Höhenstufe von 1300 bis 1390 m bis auf ca. 30 Prozent in Lagen von 1600 m und darüber. Ein gleichgerichtetes Ansteigen ist auch in der Kategorie von 200 bis 400 Stämmen/ha zu beobachten, während die hohen Stammzahlwerte mit zunehmender Höhenlage immer seltener werden.

Bei der Auswertung des Materials ließ sich darüber hinaus feststellen, daß Probekreise mit geringen Baumdichten auf Schattseiten häufiger vertreten sind als auf Sonnseiten.

Es sei kurz zusammengefaßt:

- Auf etwa zwei Drittel der Fläche kann die Stammzahlhaltung als gut bezeichnet werden; hier wurden zumindest 400 Bäume/ha - zum Teil sogar wesentlich mehr - vorgefunden.
- Etwa 10 Prozent der Probekreise können von der Baumzahl her keineswegs befriedigen, auf der restlichen Fläche werden die Stammzahlwerte von gut bestockten Urwäldern und Wirtschaftswäldern nicht oder nur knapp erreicht.

6.1.2.2 Häufigkeitsverteilung der Grundflächen/ha

Die Grundflächenangaben vermitteln, für sich allein betrachtet, bereits ein gutes Bild von den Bestockungsdichten des untersuchten Hochlagenwaldes, da typische "Jungbestände", die sich durch Grundflächenwerte natürlich nicht charakterisieren lassen, nur in Ausnahmefällen in Erscheinung treten, während auf nahezu allen Probekreisen Bäume des mittleren bis stärkeren Durchmesserbereichs vorkommen.

Stratum	Prozentanteile der Probekreise mit Grundflächenwerten (m^2/ha) von					
	unter 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 u. darüber	insgesamt
Höhenstufe 1300 - 1390 m	9,0	22,3	29,0	18,3	21,4	100,0
Höhenstufe 1400 - 1490 m	12,7	22,2	24,5	20,5	20,1	100,0
Höhenstufe 1500 - 1590 m	16,4	22,4	25,9	14,2	21,1	100,0
Höhenstufe 1600 m u. darüber	36,7	24,2	12,5	15,8	10,8	100,0
Untersuchungs- gebiet insgesamt	15,9	22,5	24,4	17,7	19,5	100,0

Tab.16: Häufigkeit der Grundflächenwerte pro Hektar;
Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

Ordnet man die auf den einzelnen Probekreisen vorgefundenen Grundflächenwerte/ha nach der Häufigkeit ihres Vorkommens (Tab.16), so zeigt sich: 15,9 Prozent der Probeflächen weisen sehr geringe (unter $10 m^2/ha$) und weitere 22,5 Prozent nur geringe ($10-20 m^2/ha$) Grundflächen auf. Mäßige Grundflächenwerte ($20-30 m^2/ha$) sind in 24,4 Prozent der Fälle zu verzeichnen. Mittlere Bestandesdichten von $30-40 m^2/ha$ wurden auf 17,7 Prozent der Probekreise erreicht, während auf einem Fünftel der Fläche hohe Bestandesdichten von $40 m^2/ha$ und darüber vorgefunden wurden; hierbei wurden Spitzenwerte bis zu $80 m^2/ha$ festgestellt.

Die Probekreise mit sehr geringen Grundflächen von unter $10 m^2/ha$ nehmen mit steigender Seehöhe zu, die Gruppe mit Werten zwischen 10 und $20 m^2/ha$ bleibt praktisch konstant, auch die Probekreise mit mittlerer bis hoher Grundfläche sind bis 1590 m Höhe in ihrer Beteiligung keiner großen Veränderung unterworfen, nehmen jedoch über 1600 m sehr stark ab.

Das Ergebnis der probekreisbezogenen Darstellung der Grundflächenwerte läßt sich kurz zusammenfassen:

- Auf über einem Drittel der Fläche erreichen die Bestandesdichten ein mittleres bis hohes Niveau.
- Gleichzeitig sind im Untersuchungsgebiet Flächen in derselben Größenordnung vorzufinden, auf denen die Grundfläche als sehr gering bis gering bezeichnet werden muß.
- Ein Viertel der Hochlagenfläche ist im Vergleich zu gut bestockten Urwäldern oder Wirtschaftswäldern in seiner Bestockungsdichte deutlich reduziert.

6.1.3 Verteilung der Stammzahlen und Grundflächen auf Durchmesserklassen

Zur Erarbeitung eines Einblicks in die Struktur des Hochlagenwaldes ist es nötig, das vorliegende Material stärker aufzugliedern. In den folgenden Abschnitten ist deshalb dargestellt, wie sich Stammzahlen und Grundflächen auf die einzelnen Durchmesserklassen verteilen.

6.1.3.1 Stammzahlverteilungskurven

Abb.4 zeigt die Stammzahlverteilungskurve über dem Durchmesser für das gesamte Untersuchungsgebiet sowie in getrennter Darstellung die Situation im untersten und obersten Höhenbereich. Die übrigen Höhenstufen liegen in ihrem Kurvenverlauf zwischen diesen beiden Extremen.

Bei der Betrachtung dieser Stammzahlverteilungskurven wird man an typische Plenterwalddarstellungen erinnert. Es ist jedoch nicht zulässig, hieraus den Schluß zu ziehen, daß die Wälder des Hochlagenbereichs typischen Plenterwäldern sehr nahe kommen, da sich auch in einer normal aufgebauten Betriebsklasse derartige Kurvenverläufe ergeben, wenn nur die Anzahl der aufge-

nommenen Bestände bzw. Probeflächen genügend groß ist. Auf die Gleichartigkeit der Durchmesserhäufigkeiten in Hochwald- und Plenterwaldbetriebsklassen hat übrigens ASSMANN, 1961, hingewiesen.

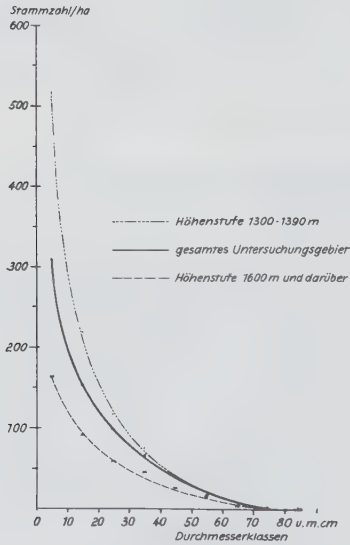


Abb.4: Stammzahlverteilungskurven;
Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2

Den Verteilungskurven kommt jedoch in anderer Richtung eine hohe Aussagekraft zu: sie lassen erkennen, ob in der weiter zurückliegenden Zeit eine gravierende Störung der Walderneuerung stattgefunden hat. Wäre dies der Fall, dann müßte infolge

der relativ geringen Ausstattung der untersten Durchmesserklassen ein glockenförmiger oder zumindest flach abfallender Kurvenverlauf zu beobachten sein. Der tatsächlich sehr ausgeglichene Verlauf der Gesamtkurve vermittelt jedoch diesbezüglich keineswegs ein negatives Bild.

Im Untersuchungsgebiet sind überraschend viele Individuen unter 10 cm BHD - im Durchschnitt 309 Bäume/ha - vorzufinden. Von der Gesamtstammzahl entfallen somit 45 Prozent auf die unterste Durchmesserklasse.

Am günstigsten stellen sich die Verhältnisse in der Höhenstufe von 1300 bis 1390 m dar. Hier beträgt die Durchschnittszahl der Individuen unter 10 cm BHD 518/ha (= 52 Prozent der Gesamtzahl). Demgegenüber fällt der Bereich von 1600 m und darüber drastisch ab; dort wurden pro Hektar nur 164 Bäume dieser Dimension gezählt (40 Prozent der Gesamtzahl).

Allgemein ist auch zu beobachten, daß auf den Schattseiten die Anteile der untersten Durchmesserklasse höher liegen als auf Sonnseiten.

Die bereits erwähnte Ähnlichkeit der Gesamtverteilungskurve mit idealen Plenterwaldkurven war Anlaß, einen direkten Vergleich anzustellen; es sei jedoch noch einmal auf die Schwächen und Grenzen solcher Vergleiche hingewiesen.

In Abb.5 sind die Idealkurven von vorratsreichen und vorratsarmen Plenterwäldern des Allgäus (KÖSTLER, 1956) dem Verteilungsbild der Hochlagen gegenübergestellt.

Es zeigt sich:

- Der Hochlagenwald ist hinsichtlich der Stammzahlen des Mittel- und Starkholzes sehr gut mit vorratsarmen Allgäuer Plenterwäldern zu vergleichen; im Bereich der schwächeren Dimensionen (unter ca. 30 cm BHD) erreicht er jedoch nicht annähernd die Stammzahlen dieser Bestände.

- In diesen Durchmesserklassen sind in den Hochlagen nicht mehr Stämme vorzufinden als in einem vorratsreichen Plenterwald; dessen Stammzahlen liegen jedoch im Mittel- und Starkholzbereich weit über denen der Hochlagen.

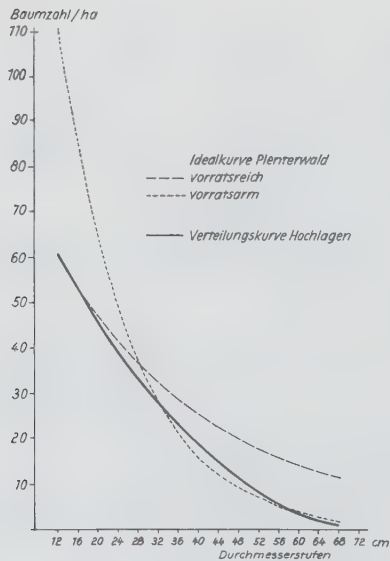


Abb.5: Idealkurven des Plenterwaldes nach KÖSTLER, 1956, und Verteilungskurve Hochlagen

6.1.3.2 Anteile der Durchmesserklassen an der Grundfläche

In Abb.6 sind auf der x-Achse die Durchmesserklassen und auf der y-Achse deren Anteile an der Gesamtgrundfläche aufgetragen.

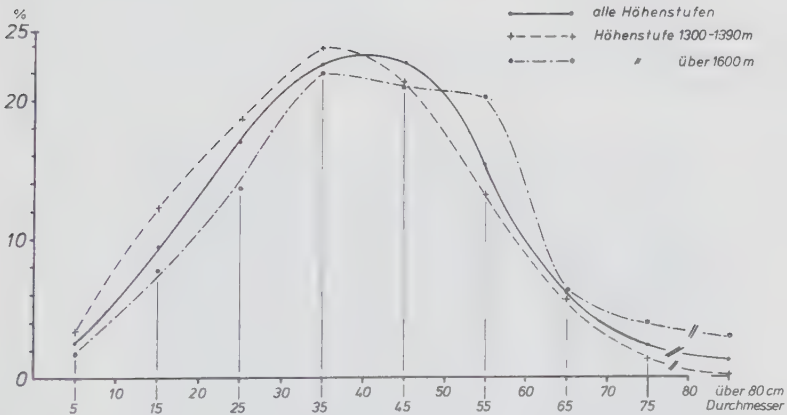


Abb.6: Anteile der Durchmesserklassen an der Gesamtgrundfläche

Die Gesamtkurve über alle Höhenstufen kommt der Gaußschen Normalverteilung sehr nahe. Der linke Kurvenast entspricht in seinem Anstieg der Normalkurve, während der rechte Kurventeil im hohen Durchmesserbereich einen leichten Überhang an Starkholz deutlich macht.

Die Verteilungskurve der Höhenstufe von 1300 bis 1390 m verläuft in ihrem ansteigenden Teil über der Gesamtkurve; dies bedeutet, daß die kleineren Durchmesserklassen im Vergleich zur Gesamtkurve einen höheren Anteil an Grundfläche einnehmen.

Der Starkholzanteil tritt hier etwas zurück, wie der Kurvenverlauf ab Durchmesserstufe 40 cm zeigt. Im Gegensatz hierzu ist aus dem Verlauf der 1600 m-Kurve (zweites Maximum in der Klasse 50-60 cm) ein Starkholzüberhang zu Lasten der geringen Durchmesser zu ersehen.

Dieser Sachverhalt wird aus der Zusammenstellung der Anteile des Schwach-, Mittel- und Starkholzes an der Grundfläche (Tab.17) besonders deutlich.

STRATUM	SCHWACHHOLZ 1 - 19 cm	MITTELHOLZ 20 - 49 cm	STARKHOLZ 50 cm und darüber
ALLE HÖHENSTUFEN	11,9	62,7	25,4
Höhenstufe 1300 - 1390 m	15,6	64,1	20,3
1400 - 1490 m	11,9	64,6	23,5
1500 - 1590 m	8,9	60,6	30,5
über 1600 m	9,6	57,0	33,4

Tab.17: Anteile des Schwach-, Mittel- und Starkholzes an der Grundfläche in Prozenten

Die Tabelle zeigt, daß mit zunehmender Meereshöhe der Schwachholzanteil ab- und der Anteil des Starkholzes konstant zunimmt.

6.1.4 Durchmesserspannweiten

Von stufigem Bestandesaufbau spricht man, wenn Bäume der verschiedensten Durchmesserbereiche auf engstem Raum nebeneinander aufwachsen. Als Kennzeichen für die Stufigkeit der Bestände wurde für jeden Probekreis die Durchmesserspannweite als Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Durchmesser errechnet. Die vorgefundenen Durchmesserspannweiten wurden zu insgesamt 8 Stufen zusammengefaßt und deren prozentuale Beteiligung ermittelt (Tab.18).

Stufen der Durchmesser- spannweite (cm)	Gesamtes Unter- suchungsgebiet	H Ö H E N S T U F E N			
		1300 - 1390 m	1400 - 1490 m	1500 - 1590 m	1600 m u. darübr
< 10	3,3	0,9	2,1	4,3	9,2
10 - 19	3,9	2,7	4,1	3,9	5,8
20 - 29	6,6	6,7	5,6	6,0	10,0
30 - 39	20,4	22,8	21,2	17,2	20,0
40 - 49	29,3	30,3	30,5	29,2	24,2
50 - 59	24,1	25,9	23,0	26,5	19,2
60 - 69	9,6	8,5	11,2	9,0	8,3
70 u. darüber	2,8	2,2	2,3	3,9	3,3
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab.18: Stufen der Durchmesserspannweite
Bäume Vitalitätsstufen 1 und 2;
prozentuale Beteiligung

Es zeigt sich, daß der Anteil der Probekreise, auf denen alle vorkommenden Bäume praktisch der gleichen Durchmesserklasse angehören, sehr gering ist. Differenzen von unter 10 cm treten

nur in 3 Prozent aller Fälle auf. Auch Durchmesserdivergenzen unter 30 cm sind nur auf ca. 14 Prozent der Probekreise festzustellen.

Fast drei Viertel aller Probekreise weisen Unterschiede zwischen dem größten und dem kleinsten Durchmesser von 30-60 cm auf, am häufigsten (29,3 Prozent) ist die Durchmesserspannweite zwischen 40 und 49 cm vertreten.

Diese großen Durchmesserdivergenzen sind praktisch in allen Höhenstufen und bei allen Expositionen gleichermaßen festzustellen.

Angesichts dieses Befundes erscheinen auch die im vorhergehenden Abschnitt angestellten Vergleiche mit Plenterwäldern durchaus sinnvoll.

6.2 Vitalität und Mortalität

6.2.1 Anteile der Vitalitätsstufen

Für die Beurteilung der künftigen Entwicklungschancen des Hochlagenwaldes ist es wichtig zu wissen, ob an seinem Aufbau überwiegend vitale und gesunde Bestandesglieder beteiligt sind oder ob ein sehr hoher Anteil absterbender und abgestorbener Bäume einen baldigen Zusammenbruch signalisiert.

Die Grundflächenanteile der in Abschn. 4.2.3 definierten Vitalitätsstufen sind - getrennt nach Durchmesserklassen - in Abb.7 dargestellt.

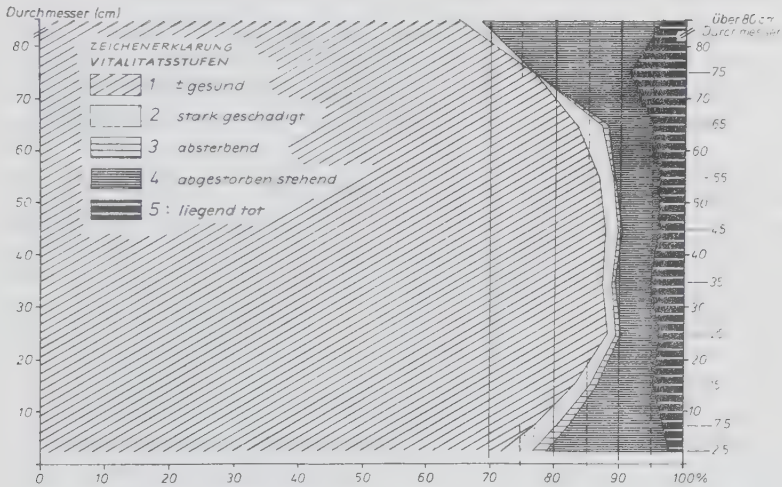


Abb.7: Grundflächenanteile der Vitalitätsstufen an den Durchmesserklassen

Betrachtet man das breite Durchmesserspektrum mit 10 cm BHD als Unter- und 70 cm als Obergrenze, so fällt zunächst auf, daß der überwiegende Anteil (83-88 Prozent) der Bestockungsglieder äußerlich gesund, zumindest aber voll lebensfähig ist und keine Beeinträchtigung der Lebenserwartung erkennen läßt (Vitalitätsstufe 1). Der prozentuale Anteil der stark geschädigten Individuen (Vitalitätsstufe 2) beläuft sich in diesem Bereich nur auf

Werte zwischen 1,5 und 3,8 Prozent. Noch geringer ist die Beteiligung des absterbenden Materials (Vitalitätsstufe 3); sie liegt hier zwischen 0,2 und 1,0 Prozent.

In der Durchmesserklasse unter 10 cm BHD steigen die Anteilsprozentage des stark geschädigten und absterbenden Materials etwas an (2-5 Prozent). Dies ist eine Folge der zumindest in den unteren Höhenbereichen stattfindenden intraspezifischen Konkurrenzvorgänge und der Unterdrückung durch oberständige Bäume.

Im Vergleich zu den Prozentanteilen der stark geschädigten und absterbenden Bäume ist der Anteil der abgestorbenen stehenden Stämme (Vitalitätsstufe 4) relativ hoch. In erster Linie trifft dies für ausgesprochene Starkbäume (über 70 cm BHD) zu, bei denen der hohe Anteil an abgestorbenen (14-28 Prozent) mit dem Erreichen der natürlichen Lebensgrenze erklärt werden kann. Betrachtet man den Durchmesserbereich zwischen 10 und 70 cm, der den weit überwiegenden Teil des Aufnahmekollektivs umfaßt, so stellt man jedoch auch hier fest, daß der Anteil des abgestorbenen stehenden Materials (5,5 bis 8,7 Prozent) ein Mehrfaches der Beteiligung der stark geschädigten und absterbenden Bäume beträgt.

In diesem Zahlenverhältnis spiegelt sich die Tatsache wider, daß abgestorbene Fichten und Tannen im Hochlagenbereich ihre Standfestigkeit erst nach sehr langer Zeit einbüßen. Die in Hochlagenbeständen vorzufindenden stehenden toten Bäume sind somit das Ergebnis eines zumindest Jahrzehnte dauernden Akkumulationsprozesses und können - jedenfalls bis zu einer gewissen Grenze - nicht als deutliches Anzeichen eines rasch fortschreitenden Zusammenbruchs der Waldbestockung gewertet werden.

Der Anteil der stehenden toten Bäume (5,5 bis 8,7 Prozent) im Bereich von 10-70 BHD stellt keinesfalls einen alarmierend hohen Wert dar, der etwa ein baldiges Zusammenbrechen größerer Bestockungsteile signalisieren würde. Für natürlich aufgebaute oder wirtschaftlich genutzte, jedoch intakte Gebirgswälder werden von den einschlägigen Autoren für das abgestorbene stehende

Material Anteile in ähnlicher Größenordnung genannt; in typischen Urwaldrelikten liegen diese Werte teilweise noch erheblich darüber.

So gibt HILLGARTER, 1971, für den Fichtenwald Scatlå den Grundflächenanteil des toten stehenden Materials mit 5,8 bis 10,5 Prozent an, im Urwald Rothwald liegt dieser bei ca. 5 Prozent (ZUKRIGL et al., 1963). Nach den Angaben MAGINS, 1959, betragen die Dürreholzanteile im unbeeinflussten Bergmischwald vergleichbarer Lagen zwischen 4 und 15 Prozent. KAHLS, 1974, kommt für den typischen subalpinen Fichtenwald des Lienzer Schloßbergs auf Werte zwischen 2,1 und 5,6 Prozent.

Der Anteil des am Boden liegenden toten Materials (Vitalitätsstufe 5) beträgt meist weniger als 5 Prozent und ist in sämtlichen Durchmesserbereichen geringer als der entsprechende Prozentsatz der noch stehenden toten Exemplare. Besonders deutlich wird dieser Unterschied in den untersten und obersten Durchmesserklassen.

6.2.2 Vitalitätsunterschiede zwischen den Baumarten

Für die später noch im einzelnen zu erörternde Frage der Veränderung der Mischbaumartenanteile in den Hochlagen ist es von Interesse zu wissen, ob grundsätzliche Unterschiede in der Vitalität zwischen den einzelnen Baumarten bestehen. Aus Tab.19 sind die Anteile der Vitalitätsstufen für die wichtigsten Baumarten des Untersuchungsgebietes zu ersehen.

	$\pm$ gesund	stark geschädigt	absrer- bend	abgestorben stehend	Σa.
FICHTE	90,5	1,8	0,4	7,3	100%
TANNE	88,3	2,9	1,6	7,2	100%
BUCHE	86,8	3,7	1,1	8,4	100%
AHORN	90,5	3,9	0,6	5,0	100%
ZIRBE	73,1	6,7	3,3	16,9	100%
ALLE BAUMARTEN	90,0	2,1	0,6	7,3	100%

Tab.19: Grundflächenanteile der Vitalitätsstufen für die wichtigsten Baumarten

Es zeigt sich, daß die Tanne gegenüber der Fichte einen höheren Anteil von stark geschädigten und vor allem von absterbenden Individuen aufweist, während sich beim abgestorbenen stehenden Material praktisch keine Unterschiede ergeben. Eine nach Durchmesserklassen differenzierte Betrachtung zeigt hier keine Unterschiede auf. Dieses Zahlenverhältnis läßt erkennen, daß die Tanne - sie befindet sich in den Hochlagen im Grenzbereich ihres Areals - der Fichte an Vitalität offensichtlich etwas unterlegen ist. Allerdings dürfte diese Relation nicht ausreichen, um für sich allein einen drastischen Rückgang dieses Baumart - hierauf wird noch ausführlich einzugehen sein - zu erklären.

Die Buche weist prozentual doppelt so viele stark geschädigte und fast dreimal so viele absterbende Individuen als die Fichte auf. Bei einem Vergleich des abgestorbenen stehenden Materials ist zu beachten, daß bei der Buche zum Unterschied von Tanne und Fichte, deren Stämme nur sehr langsam vermorschen, die Zersetzung sehr rasch fortschreitet, so daß tote Buchen bald gebrochen oder stehend rasch abgebaut werden. Bei der Buche finden sich deshalb nur unterdurchschnittlich wenig stehende tote Individuen (MAYER et al. 1972). Angesichts dieser Relation muß ein Dürrholzanteil von 8,4 Prozent als hoch angesehen werden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Buche im Untersuchungsgebiet die Höhengrenze ihrer Verbreitung erreicht hat und deshalb in ihrer Vitalität zweifellos beeinträchtigt ist. Außerdem ist die Buche vielfach in die Unter- und Mittelschicht zurückgedrängt, was eine hohe Sterbequote zur Folge hat.

Der Bergahorn dürfte hinsichtlich des Zeitraums der Vermorschung von totem stehenden Material eher mit Fichte und Tanne zu vergleichen sein. Ein Anteil des abgestorbenen stehenden Materials von 5 Prozent erscheint deshalb nicht hoch. Auch der Prozentsatz der stark geschädigten Stämme dürfte nicht ausreichen, um einen drastischen Rückgang dieser Baumart plausibel zu machen.

Zu erwähnen wäre noch, daß die Zirbe von allen Baumarten den höchsten Anteil stark geschädigter, absterbender und abgestorbener Individuen aufweist. Dies ist dadurch bedingt, daß diese Baumart nur in Lagen über 1600 m vorkommt und dort bevorzugt die exponierten Standorte besiedelt.

Im übrigen ist bei allen Baumarten mit zunehmender Höhenlage ein leichtes Ansteigen der Anteile des geschädigten und absterbenden Materials zu beobachten.

6.3 Baumalter

6.3.1 Untersuchungsziel und Methodik

Bereits ZÖTL, 1831, erhebt bei der Beurteilung der Schutzwirkung einer Waldbestockung die Forderung: "Das Erste und Nothwendigste ist, daß man sich über das Alter der Bäume Kenntnisse verschafft ...".

Nachdem dieser Frage heute vor allem bei einem Urteil über die mögliche Erhaltungsdauer der Waldbestockung und die Kontinuität des Schutzeffekts erhebliche Bedeutung zukommt, war es einer der Schwerpunkte dieser Untersuchung, einen Überblick zu erhalten, wie sich das Baumkollektiv der Hochlagen altersmäßig zusammensetzt, welche Altersspannweiten in den Beständen vorkommen und mit welchen Maximalaltern in diesen Lagen gerechnet werden kann. Darüber hinaus sollte festgestellt werden, ob eine so straffe Beziehung zwischen Durchmesser und Alter besteht, daß es in der Praxis mit hinreichender Genauigkeit möglich ist, bei gegebenem Durchmesser eine Schätzung des dazugehörigen Baumalters vorzunehmen.

Es war im Verlauf der Untersuchung nur mit verhältnismäßig großem Aufwand möglich, der Beantwortung dieser Fragen näherzu-

kommen. Bereits die Entnahme von Bohrspänen zur Altersbestimmung stößt im Hochlagenbereich infolge der exzentrischen Wuchsformen und der spezifischen Holzeigenschaften auf große Schwierigkeiten. Oft mußte der ausgewählte Stamm mehrere Male angebohrt werden, bis ein zur Auswertung brauchbarer Bohrspan vorlag. Besonders große Schwierigkeiten verursachte die Bearbeitung von Buchen und Bergahornen größerer Durchmesser.

Infolge der teilweise gewaltigen Wurzelanläufe konnte die Entnahme von Bohrkernen nicht am Stammfuß erfolgen. Es wurde deshalb hierfür grundsätzlich eine Höhe von 1,30 m ausgewählt. Auch hier war es jedoch nicht immer möglich, exakt die Markröhre des Baumes zu treffen, so daß in diesen Fällen die Anzahl der Jahrringe zwischen Mark und Bohrkern eingeschätzt und hinzugezählt werden mußte. Hierzu wurde in Anlehnung an die Methode von MAYER-WEDELIN et al., 1952, nach der Krümmung der marknahen Jahrringe auf dem Bohrspan der Abstand der Bohrung von der Markröhre durch Schablonen ermittelt und die Anzahl der Jahrringe auf diesem mit dem Bohrspan nicht erfaßten Teil des Stammkerns nach der durchschnittlichen Jahrringbreite in Marknähe eingeschätzt. Die Auszählung der teilweise extrem engen Jahrringe konnte nur unter dem Mikroskop (Eklund-Jahrringmeßgerät) erfolgen, wobei sich die Vorbehandlung des Materials mit nasser Kreide als sehr arbeitserleichternd erwies.

Angesichts dieser Schwierigkeiten war es vom Arbeitsaufwand her nicht möglich, eine Altersbestimmung aller auf dem Probekreis vorhandenen Bäume vorzunehmen. Auch die Entnahme von Bohrkernen bei sämtlichen Bäumen innerhalb eines in der Probefläche liegenden kleineren konzentrischen Kreises war mit den vorhandenen Arbeitskräften nicht durchzuführen.

Die für die Altersanalyse zu verwendenden Stämme wurden deshalb stichprobenartig nach folgendem Schema ausgewählt: Zunächst wurde festgestellt, welche Baumarten im Probekreis mit Brusthöhendurchmessern von über 10 cm vertreten waren und welche hiervon den größten Anteil an der Stammzahl hatten. Das Durchmesser-

kollektiv dieser führenden Baumart - in knapp 95 Prozent der Fälle handelte es sich um die Fichte - wurde sodann in 3 Bereiche unterteilt (10-29 cm, 30-49 cm, 50 cm und darüber) und von jeder dieser 3 Durchmessergruppen - soweit vorhanden - derjenige Stamm (Vitalität 1 und 2) bestimmt, der dem Kreismittelpunkt am nächsten stand. Diesem ohne subjektive Einflüsse stichprobenartig ausgewählten Baum wurde sodann ein Bohrkern entnommen, so daß maximal 3 Stämme der führenden Baumart eines Probekreises altersmäßig analysiert wurden.

Diese Art der Stichprobenahme läßt eine Aussage über die Altersstruktur der Hochlagenbestockung zu. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, daß Probekreise mit geringen Stammzahlen in ihrem Gewicht überschätzt werden, während bei Flächen mit hohen Stammzahlen das Gegenteil der Fall ist.

Die übrigen Baumarten wurden in der Weise erfaßt, daß hier jeweils dem stärksten Stamm ein Bohrspan entnommen wurde. Auf diese Weise ist es möglich, den Altersrahmen abzugrenzen, in dem sich diese Baumarten befinden, sowie eine Vorstellung von den erreichbaren Maximalaltern zu erhalten; die Altersstruktur wird hierdurch jedoch nicht erfaßt.

Insgesamt wurden auf den Probeflächen ca. 2600 Bohrkern (Stämme Vitalitätsstufen 1 und 2) gewonnen. Diese verteilen sich auf die einzelnen Baumarten wie folgt:

Baumart	Anzahl	Anteile an der Gesamtstammzahl über 10 cm BHD in Prozent
Fichte	1781	12,8
Tanne	383	33,2
Bergahorn	264	25,9
Buche	142	16,5
Lärche	24	26,7
Zirbe	20	37,7
insgesamt	2614	i.D. 15,3

Bei der Hauptbaumart Fichte wurden 12,8 Prozent des Stammzahlkollektivs über 10 cm BHD altersmäßig analysiert. Die Häufigkeit der Bohrspanentnahme war jedoch in den drei Durchmesserbereichen unterschiedlich. So wurden in den Durchmesserklassen von 50 cm BHD und darüber (322 Bohrungen) bei 36,4 Prozent der Gesamtstammzahl die Alter bestimmt, im Durchmesserbereich von 30-49 cm entsprechen 693 Altersbestimmungen einem Anteil von 18,2 Prozent an der Gesamtzahl und im untersten Bereich (10 bis 29 cm) wurden nur 8,3 Prozent der Stämme (766 Messungen) auf ihr Alter untersucht.

Die Auswertung der grundsätzlich in Brusthöhe erfolgten Altersbohrungen liefert die sogenannten Brusthöhenalter. Eine Angabe der absoluten Alter ist nur über einen pauschalen Alterszuschlag möglich. Zu diesem Zweck wurden aus über das gesamte Untersuchungsgebiet gut verteilten Probekreisen Stammscheiben von insgesamt 196 Fichten gewonnen, deren Höhe möglichst genau bei 1,30 m (1,20 bis 1,40 m) lag; die Auswertung dieses Materials lieferte das Durchschnittsalter bei einer Wuchshöhe von 1,30 m.

6.3.2 Alter der Baumart Fichte

6.3.2.1 Häufigkeitsverteilung der Alter in den Durchmesserbereichen

Die Altersstruktur als Ergebnis der Bohrspanauswertung der in den Hochlagen dominierenden Baumart Fichte kann am besten unter Zuhilfenahme von Häufigkeitsdarstellungen überblickt werden. Für die drei gewählten Durchmesserbereiche wurden hierfür getrennte Darstellungen gefertigt.

Abb. 8 zeigt die Häufigkeitsverteilung der "Brusthöhenalter" im Durchmesserbereich von 50 cm und darüber.

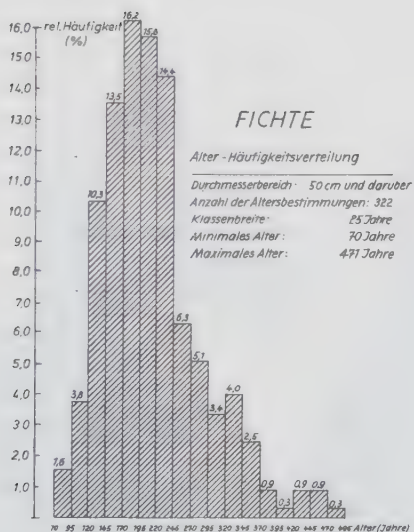


Abb.8: Fichte; Häufigkeitsverteilung der Alter
im Durchmesserbereich von 50 cm und darüber

Wie schon ein erster Blick auf die Darstellung erkennen läßt, ist die Altersstreuung enorm groß. Das Minimalalter für den Bereich von 50 cm BHD und darüber beträgt 70, das Maximalalter 471 Jahre. Die relative Häufigkeit der dazwischenliegenden Altersstufen (Klassenbreite hier 25 Jahre) kann der Abbildung entnommen werden. Danach liegen etwa zwei Drittel aller Werte in einem Bereich zwischen 145 und 270 Jahren; ein knappes Fünftel hat die Grenze von 270 Jahren überschritten.

In Abb.9 ist die entsprechende Häufigkeitsverteilung für den Durchmesserbereich von 30-49 cm dargestellt.

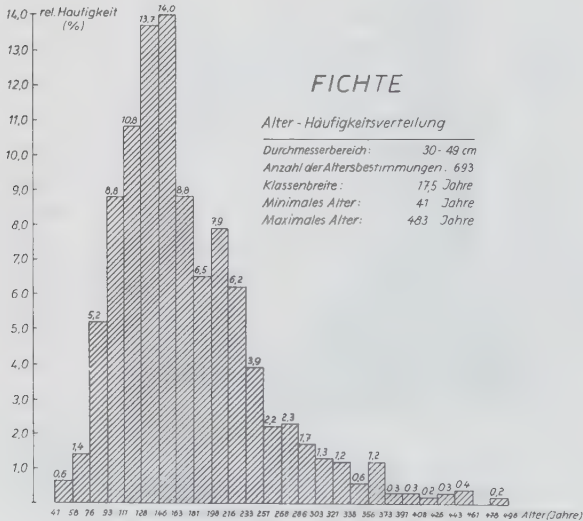


Abb.9: Fichte; Häufigkeitsverteilung der Alter im Durchmesserbereich von 30-49 cm

Das Minimalalter beträgt hier 41 und das Maximalalter 483 Jahre; hierbei handelt es sich um den ältesten Baum, der im Rahmen dieser Untersuchung überhaupt gefunden wurde.

Die Alter sind so verteilt, daß etwa zwei Drittel aller Stämme zwischen rd. 110 und 230 Jahren liegen, ca. 16 Prozent sind älter als 230 Jahre.

Abb.10 schließlich gibt den Durchmesserbereich von 10-29 cm wieder.

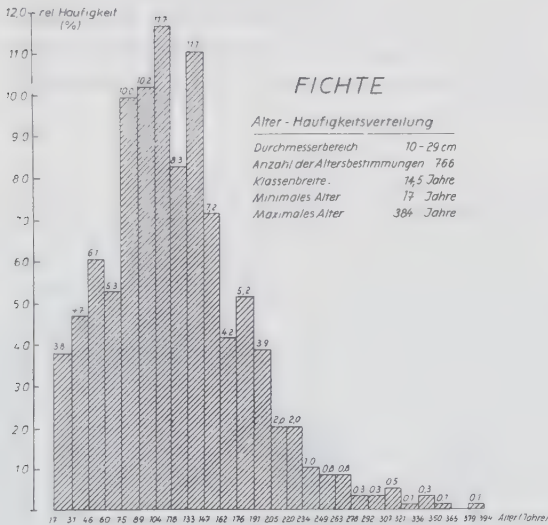


Abb.10: Fichte; Häufigkeitsverteilung der Alter im Durchmesserbereich von 10-29 cm

Bei diesen verhältnismäßig schwachen Bäumen überrascht der weite Streuungsrahmen besonders. Das Minimalalter beträgt hier 17, das Maximalalter 384 Jahre. Zwei Drittel aller Stämme dieses Durchmesserbereichs weisen ein Alter zwischen 60 und rd. 170 Jahren auf, ca. 17 Prozent sind älter als 170 Jahre.

Für alle drei Häufigkeitsdarstellungen gilt, daß sich die enorm große Streubreite der Alter nicht etwa dadurch ergibt, daß die drei Gruppen jeweils einen relativ großen Durchmesserbereich umfassen. Wählt man statt dessen 10-cm- oder gar 5-cm-Durchmesserklassen, so wird der Streuungsrahmen der Alter nicht wesentlich eingeengt. Auch eine Stratifizierung des Materials nach Meereshöhe, Exposition und Standort vermag die Altersstreuung nicht fühlbar herabzusetzen. Sie ist ein Charakteristikum des gesamten Hochlagenwaldes.

6.3.2.2 Statistische Überprüfung der Beziehung zwischen Durchmesser und Alter

Angesichts der extrem hohen Altersstreuung war es von vornherein zu erwarten, daß eine rechnerische Durchleuchtung des stochastischen Zusammenhangs zwischen Durchmesser und Alter zu keinem brauchbaren Ergebnis führen würde. Trotzdem wurde versucht, mit Hilfe einer Regressionsanalyse (BMD-Programm 02R, DIXON, 1964) eine funktionale Beziehung zwischen Alter und Durchmesser herzuleiten, die es gestatten würde, aus den vorgegebenen Durchmesserwerten die Zielgröße Alter zu schätzen.

Es stellte sich heraus, daß bei einem Korrelationskoeffizienten von 0,5 für diese Beziehung nur ein Bestimmtheitsmaß von 0,25 vorliegt. Demnach lassen sich durch lineare Regression nur 25 Prozent der Altersstreuung aus der Veränderung der Durchmesser erklären. Die verbleibende Restvarianz beträgt 75 Prozent. Bei dieser Sachlage erübrigt sich die Darstellung der Regressionsgeraden.

Das Rechenergebnis ist eine Bestätigung des in den graphischen Darstellungen zum Ausdruck kommenden Sachverhalts. Es ergibt sich daher ganz eindeutig, daß es in der Praxis auch nicht annähernd möglich ist, das Alter von Fichten-Hochlagenbäumen aufgrund ihres Durchmessers einzuschätzen.

In der Regressionsrechnung war als Variable auch die Meereshöhe der Standorte der jeweiligen Probekreise eingegeben. Die Veränderung der Meereshöhe scheidet jedoch - wie die Berechnung zeigte - als Einflußgröße aus.

6.3.2.3 Beziehung zwischen Baumhöhe und Alter

Das hinsichtlich der vorkommenden Alter analysierte Baumkollektiv (Fichte) wurde zunächst in 5-m-Baumhöhenstraten unterteilt und dann ermittelt, mit welcher Häufigkeit die einzelnen Altersstufen in diesen Straten vorkommen.

Abb.11 zeigt zunächst die Häufigkeitsverteilungen der Alter im unteren Höhenbereich (5,0 m bis 9,9 m und 10 m bis 14,9 m).

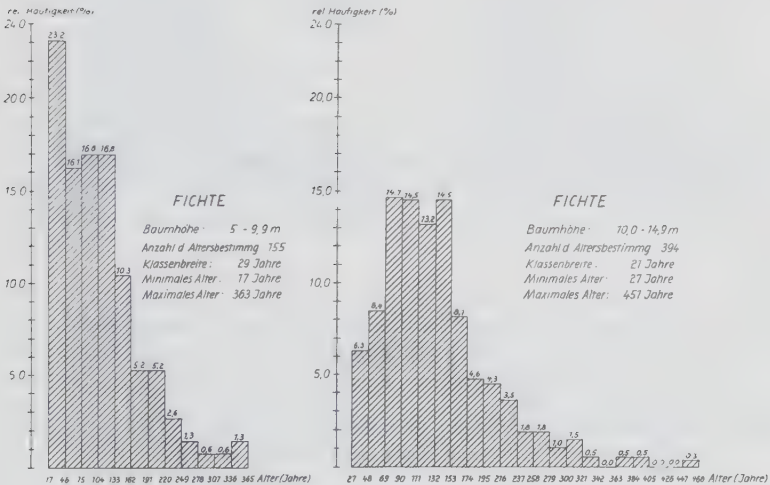


Abb.11: Fichte; Häufigkeitsverteilung der Alter bei geringen Baumhöhen (5,0-14,9 m)

Ähnlich wie bei den entsprechenden Darstellungen der Durchmesserbereiche treten auch hier die geradezu als Typikum des Hochlagenbereichs anzusehenden extrem hohen Altersstreuungen zutage. Hochlagenfichten können nach diesen Untersuchungen eine Höhe zwischen 5,0 und 9,9 m im günstigsten Fall mit 17, im Extremfall jedoch erst mit 363 Jahren erreichen. Rund zwei Drittel benötigen hierzu einen Zeitraum zwischen rd. 45 und 190 Jahren, etwa 12 Prozent sind älter als 190 Jahre.

Baumhöhen zwischen 10,0 und 14,9 m (Abb.11) werden bereits mit 27 Jahren erreicht. Eine Hochlagenfichte kann jedoch maximal auch 451 Jahre alt sein, ohne diesen Höhenrahmen zu überschreiten. Das Schwergewicht der Verteilung (rd. zwei Drittel) liegt hier jedoch zwischen ca. 70 und 175 Jahren.

Abb.12 vermittelt ein Bild von der Häufigkeit der Alter im Bereich mittlerer Baumhöhen (15,0 - 24,9 m).

Im Höhenbereich von 15,0 bis 19,9 m erreichen die absoluten Altersspannweiten mit rd. 450 Jahren ihr Maximum; das Baumalter kann hier sowohl 27 als auch 461 Jahre betragen, rund zwei Drittel der Bäume liegen jedoch im Bereich zwischen ca. 110 und 250 Jahren.

Baumhöhen zwischen 20,0 m und 24,9 m bedingen ein Minimalalter von 36 Jahren. In diesem Höhenrahmen liegt jedoch auch der Hochlagenbaum mit dem größten festgestellten Alter von 483 Jahren. Ca. zwei Drittel des Materials fallen in die Altersspanne zwischen rd. 120 und 280 Jahren.

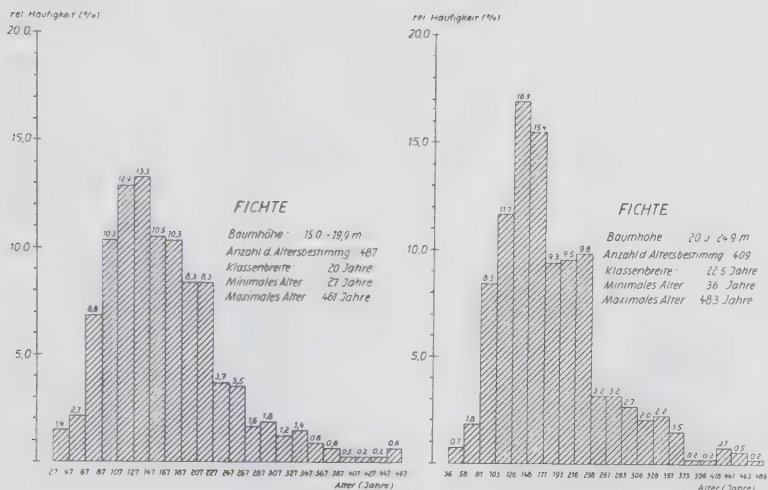


Abb.12: Fichte; Häufigkeitsverteilung der Alter bei mittleren Baumhöhen (15,0 - 24,9 m)

In Abb.13 sind schließlich die Alter im Bereich großer Baumhöhen (25,0 bis 34,9 m) dargestellt.

Die Altersspannweite hat sich im Höhenrahmen zwischen 25,0 und 29,9 m nur unwesentlich verringert (Minimalalter 48 Jahre, Maximalalter 471 Jahre). Das Schwergewicht der Verteilung (rd. zwei Drittel der Alterszählungen) liegt zwischen rd. 130 und 250 Jahren.

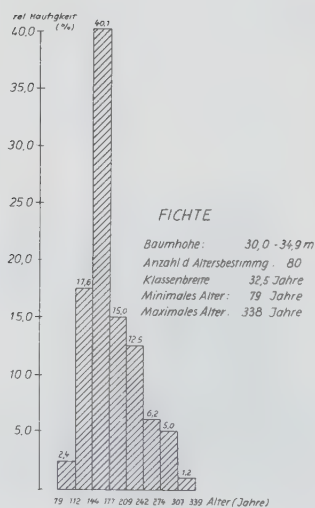
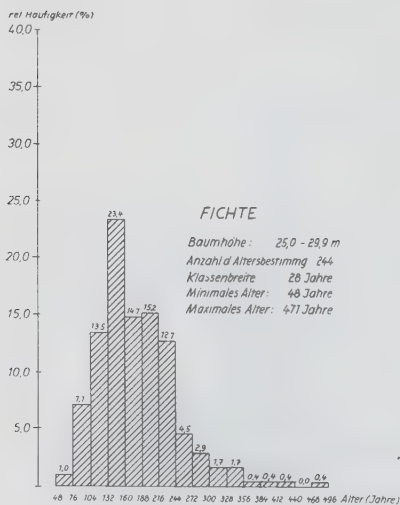


Abb.13: Fichte; Häufigkeitsverteilung der Alter bei großen Baumhöhen (25,0 - 34,9 m)

Die auf den Höhenrahmen zwischen 30,0 und 34,9 m treffenden Alter liegen etwas enger beisammen; jedoch ist auch hier die Altersspannweite zwischen dem Maximalalter von 338 Jahren und dem Minimalalter von 79 Jahren noch sehr beträchtlich. Rund

zwei Drittel der Stämme treffen in den Bereich zwischen ca. 145 und 240 Jahren.

Aus diesen Verteilungsbildern geht als Ergebnis klar hervor, daß es angesichts der enormen Streuungen nicht möglich ist, das Alter von Hochlagenfichten über die Baumhöhe zu bestimmen. Es zeigt sich auch, daß ein Versuch, funktionale Abhängigkeiten zwischen Alter und Baumhöhe herzuleiten, angesichts der auf die unterschiedlichen Wuchstendungen der Einzelbäume zurückzuführenden Inhomogenität des Materials wenig erfolgversprechend wäre.

6.3.3 Altersangaben für die übrigen Baumarten

Alle übrigen Baumarten stellten auf knapp 95 Prozent der Probekreise nicht die Mehrheit der Stammzahlen. Von den Begleitbaumarten wurde deshalb meist nur dem stärksten Stamm ein Bohrkern entnommen. Die Anzahl der Altersbestimmungen reicht jedoch aus, um eine Vorstellung über die Maximalalter und die Altersrahmen dieser Bestockungsglieder zu gewinnen. In Abb.14 und 15 sind - getrennt nach den drei Durchmesserbereichen - die Alter der Tanne in ihrer vorgefundenen Häufigkeit dargestellt.

Es fällt auf, daß die erreichten Spitzenalter um gut 100 Jahre unter denjenigen der Fichte liegen. Die Tanne dürfte demnach an der Höhengrenze ihres Verbreitungsgebiets hinsichtlich ihrer Fähigkeit, extreme Spitzenalter zu erreichen, dem typischen Hochlagenbaum Fichte etwas unterlegen sein. Im übrigen ist in allen drei Durchmesserbereichen die bereits bei der Fichte zu beobachtende große Streubreite der Alter festzustellen. Eine Tanne mit einem Durchmesser zwischen 30 und 49 cm beispielsweise kann sowohl ein "Brusthöhenalter" von 40 als auch von 384 Jahren erreicht haben.

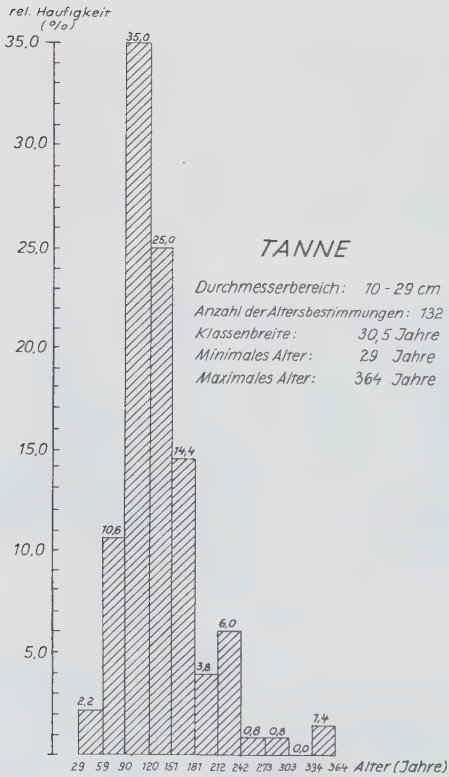


Abb.14: Tanne; Altersrahmen des Durchmesserbereichs von 10 - 29 cm

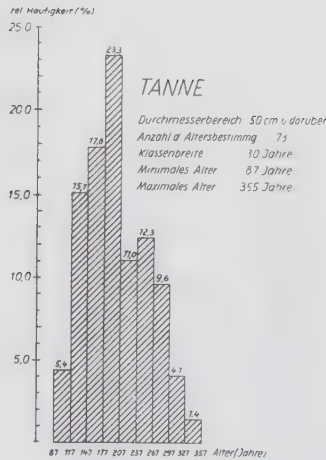
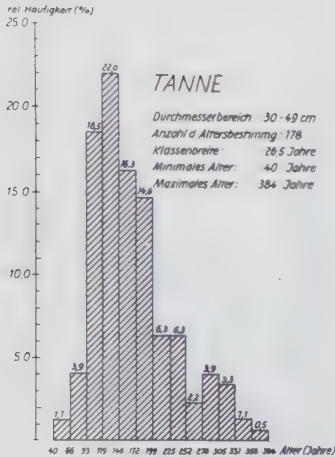


Abb.15: Tanne; Altersrahmen der Durchmesserbereiche von 30 - 49 cm und 50 cm und darüber

Bei der Buche (Abb.16) liegen die Werte etwas enger beisammen als bei Fichte und Tanne; jedoch ist auch hier noch ein beachtlicher Streubereich gegeben. Die Maximalalter der Fichte werden auch von der Buche offensichtlich nicht erreicht.

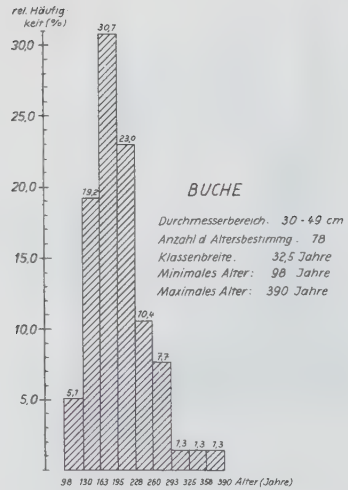
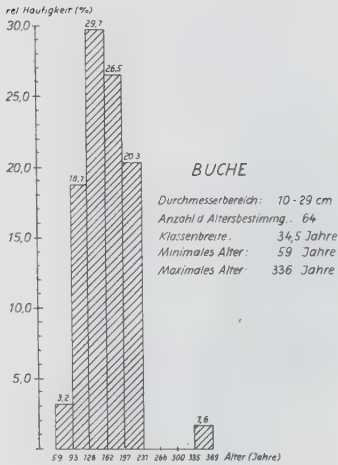


Abb.16: Buche; Altersrahmen der Durchmesserbereiche von 10 - 29 cm und von 30 - 49 cm¹⁾

1) Anmerkung: Auf eine Darstellung des Durchmesserbereichs von 50 cm und darüber wurde wegen der geringen Anzahl der Altersanalysen verzichtet.

Die hohen Spitzenalter des Bergahorns (Abb.17) von 463 Jahren sowie die großen Altersstreuungen von 300 bis 400 Jahren in den Durchmesserbereichen sind mit denjenigen der Fichte vergleichbar.

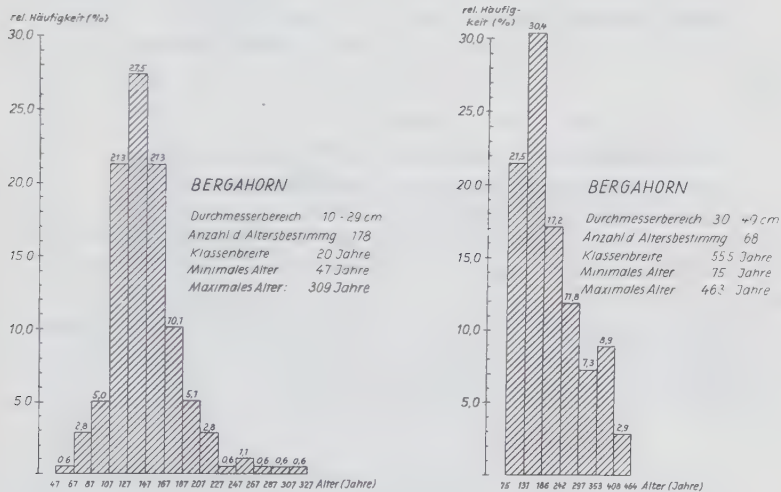


Abb.17: Bergahorn; Altersrahmen der Durchmesserbereiche von 10-29 cm und 30-49 cm

Bei der Zirbe sind aus dem vorliegenden Material keine so hohen Alter abzulesen, wie man aufgrund des urigen Habitus dieser Baumart vermuten möchte. Die Alter liegen hier im Durchmesser-

bereich von 10 - 29 cm (7 Altersmessungen) bei 37 - 232 Jahren und im Bereich von 30 - 49 cm (13 Altersmessungen) bei 89 - 225 Jahren.

Auch die Lärche dürfte mit ihren Höchstaltern deutlich hinter der Fichte zurückbleiben. Im Durchmesserbereich von 10 - 29 cm (13 Altersanalysen) ergaben sich "Brusthöhenalter" von 24 - 219 Jahren und im Bereich von 30 - 49 cm (11 Altersmessungen) Alter zwischen 72 und 247 Jahren. Allerdings ist infolge der geringen Anzahl der bei diesen beiden Baumarten vorgenommenen Altersbestimmungen der Aussagewert dieser Zahlen erheblich eingeschränkt.

6.3.4 Durchschnittsalter der Fichte bei Erreichen von 1,30 m Höhe (Alterszuschlag zum Brusthöhenalter)

Für die Angabe von Absolutaltern müssen die "Brusthöhenalter" mit einem pauschalen Alterszuschlag versehen werden, der sich als Durchschnittswert aus den absoluten Altern von Individuen mit einer Wuchshöhe von 1,30 m (1,20 - 1,40) errechnet. Die hierzu vorgenommene Auswertung von insgesamt 196 Stammscheibchen der Fichte brachte folgendes Ergebnis (Tab.20):

Höhenstufe	Anzahl der Altersbestimg.	kleinstes Alter	größtes Alter	Mittelwert (Jahre)	Variationskoeffizient	Standardfehlerprozent
1300 - 1390 m	65	18	148	44,7	57,049	7,076
1400 - 1490 m	66	19	167	53,5	55,300	6,859
1500 - 1590 m	49	24	127	55,5	42,268	6,038
1600 m u. darüb.	16	15	82	47,2	47,666	10,476
insgesamt	196	15	167	50,3	52,069	3,728

Tab.20: Absolutalter der Fichte mit 1,30 m Höhe

Rein rechnerisch ergibt sich für 1,30 m hohe Fichten ein durchschnittliches Alter von 50 Jahren. Die Altersspanne reicht hier jedoch von 15 bis 167 Jahren. Der hohe Variationskoeffizient (52,0) weist darauf hin, daß bereits bei dieser geringen Wuchshöhe sehr starke Altersschwankungen auftreten. Hieraus folgt:

- Für die Umrechnung der Brusthöhenalter in Absolutalter kann der durchschnittliche Alterszuschlag von 50 Jahren nur als Anhalt dienen; die faktischen Alter können von diesem Wert ganz erheblich nach oben oder unten abweichen.
- Die enorme Streubreite der Alter macht deutlich, in welchem Ausmaß sich die individuelle Wuchskonstellation - vor allem wohl die Über-
schirmung - auf die Höhenwuchsleistung auswirkt und welche Unterdrückungszeiträume die Fichte ertragen kann.
- Nachdem für 1,30 m hohe Individuen Alter bis zu 167 Jahren und bei stärkeren Bäumen Brusthöhenalter bis zu ca. 480 Jahren festgestellt wurden, sind bei Hochlagenfichten Absolutalter von 500 bis 600 Jahren durchaus möglich.

Der durchschnittliche Entwicklungszeitraum von 1,30 m hohen Fichten schwankt zwischen 44,1 Jahren in einer Höhe von 1300 bis 1390 m und 55,5 Jahren in Lagen zwischen 1500 und 1590 m. Der Abfall auf 47,2 Jahre im Bereich von 1600 m und darüber und die dort offensichtlich verminderten Spitzenalter dürften darin ihre Erklärung finden, daß die Bäume infolge der Abnahme der Bestockungsdichten weniger unter dem Druck von Konkurrenten zu leiden haben und trotz der höhenbedingten Reduzierung der Wuchsbedingungen die Schwelle von 1,30 m im Durchschnitt etwas früher erreichen.

Als Vergleich sei erwähnt, daß KAHLS, 1974, den durchschnittlichen Entwicklungszeitraum von 1,30 m hohen Fichten für den subalpinen Fichtenwald des Lienzer Schloßberges mit 33 Jahren angibt. Im Rothwald rechnen MAYER-WEDELIN et al., 1952, - allerdings bei einer Höhe von 1,10 m - mit Alterszuschlägen von 37 Jahren.

Bei den übrigen Baumarten wurden im Untersuchungsgebiet so wenige Exemplare mit vergleichbarer Wuchshöhe vorgefunden, daß gesicherte Werte hieraus nicht herzuleiten sind.

6.3.5 Altersspannweiten auf den Probekreisen

Für jeden Probekreis wurde die Altersspannweite als Differenz von höchstem und niedrigstem ermittelten Brusthöhenalter aller untersuchten Baumarten errechnet. Für die Interpretation der Ergebnisse (Tab.21) ist anzumerken, daß nur Bestandeselemente mit einem Brusthöhendurchmesser von 10 cm und darüber (Untergrenze der Bohrspanentnahme) berücksichtigt wurden. Die tatsächlichen Altersspannweiten werden deshalb zum Teil noch erheblich über den angegebenen Werten liegen.

Prozentanteile der Stufen der Altersspannweite

Stufen der Altersspannweite (Jahre)	Gesamtverteilung	1300 - 1390 m				1400 - 1490 m				1500 - 1590 m				1600 m u. darüber			
		insges	Schatt	Süd	Nord	insges	Schatt	Süd	Nord	insges	Schatt	Süd	Nord	insges	Schatt	Süd	Nord
1 - 30	4,0	1,7	1,7	1,3	3,2	2,5	4,7	3,6	3,4	6,4	6,8	3,9	5,5	3,7	10,0	8,2	14,3
31 - 60	2,7	3,6	3,6	6,6	1,8	1,3	2,3	1,8	1,7	3,0	3,4	2,9	0,0	7,4	3,3	4,0	2,4
61 - 120	10,3	8,4	8,4	11,8	8,0	7,0	8,7	7,3	8,5	12,0	11,9	10,7	13,9	11,1	16,7	17,6	16,7
121 - 180	27,7	28,6	28,6	31,6	29,5	27,8	31,4	29,1	25,4	24,5	25,4	25,3	27,8	25,9	27,5	28,4	28,2
181 - 240	29,5	25,9	25,9	27,0	28,6	31,0	26,7	38,2	18,8	31,3	30,5	32,0	27,8	29,6	35,0	35,1	30,9
241 - 300	12,9	16,5	16,5	17,1	13,6	13,3	12,9	10,9	20,3	13,3	14,4	12,6	16,6	18,6	3,3	1,3	7,1
301 u. darüber	12,3	15,3	15,3	10,6	15,3	17,1	13,9	9,1	22,1	9,5	7,6	12,6	8,4	3,7	4,2	5,4	2,4
insgesamt	100,0 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tab.21: Altersspannweiten (Brusthöhenalter) der Probekreise

Aus Tab.21 geht hervor, daß der Anteil der Probekreise mit geringen Altersspannweiten von unter 30 oder 31 - 60 Jahren äußerst niedrig ist (4,6 bzw. 2,7 Prozent). 70 Prozent aller Probeflächen weisen Altersdifferenzen zwischen dem jüngsten und dem ältesten analysierten Stamm von 121 bis 300 Jahren auf. Interessant ist, daß dieser Anteil nahezu über alle Höhenstufen konstant bleibt und erst in Lagen über 1600 m auf 66 Prozent absinkt.

Die Beteiligung der Probekreise mit extrem hohen Altersdifferenzen von 301 Jahren und darüber bleibt in den beiden unteren Höhenstufen gleich (15,3 Prozent) und nimmt dann nach oben bis zu einem Wert von 4,2 Prozent ab. Aus der Zusammenstellung geht weiter hervor, daß die hohen Altersspannweiten auf allen Expositionen vorkommen, ohne daß sich irgendwelche interpretierbaren Unterschiede ergeben.

6.3.6 Vergleich mit Ergebnissen anderer Untersuchungen

6.3.6.1 Altersgrenze der Bäume in Gebirgs- und Urwäldern

Die im Untersuchungsgebiet gefundenen Maximalalter liegen durchaus in einer Größenordnung, die sich mit Angaben in anderen Veröffentlichungen deckt. Wie bekannt, können in von Menschen unbeeinflussten Gebirgs- und Urwäldern die Bestandesglieder Alter erreichen, die ein Mehrfaches der üblichen Umtriebszeiten eines Wirtschaftswaldes betragen.

Nach HILLGARTER, 1971, ist bei Fichten im Urwald Scatlè die Altersgrenze zwischen 300 und 650 Jahren anzusetzen. MAYER, 1967a, gibt das Grenzalter für Fichte, Zirbe und Lärche im Naturwaldreservat Rauterriegel mit 350 bis 400 Jahren und knapp darüber an. Im bayerischen Alpenraum erwähnt MAGIN, 1959, 400 Jahre alte Tannen. Nach MAYER-WEDELIN et al., 1952, liegen die erreichbaren Höchstalter im Rothwald für Nadelhölzer bei 450 bis 500 Jahren und darüber. MAYER et al., 1972, konstatieren im Urwaldrest Neuwald für die Buche ein geringeres erreichbares Alter (250 bis 350 Jahre) als für Nadelhölzer (400 bis 600 Jahre).

Auch in Urwäldern außerhalb des Gebirgsraums kommen beträchtliche Maximalalter vor: TSCHERMAK, 1950, konnte in bosnischen Urwäldern etwa 300-jährige Fichten häufig beobachten, und für die Waldreservation Boubin gibt VYSKOT, 1968, das Höchstalter der Fichten mit 400 Jahren und darüber an.

6.3.6.2 Die Altersstreuung und ihre Ursachen

Die im Untersuchungsgebiet zu beobachtende große Altersspannweite bei gegebenen Durchmesser wird als Charakteristikum natürlich aufgebauter Wälder von zahlreichen anderen Autoren erwähnt.

HILLGARTER, 1971, beispielsweise stellte im Fichtenwald Scatlä fest, daß Individuen der Unterschicht eine Spannweite der Brusthöhenalter zwischen 50 und 250 Jahren, solche der Mittelschicht eine Altersstreuung zwischen 70 und 350 Jahren und oberständige Bäume eine Altersspannweite zwischen 100 und 650 Jahren aufweisen. MAYER-WEGELIN et al., 1952, geben für die Oberschicht des Urwalds Rothwald eine Altersspannweite von 250 Jahren an, und auch in dem mehr zur Einschichtigkeit tendierenden Nadelmischbestand "Rauterriegel" (MAYER, 1967a) liegen die Altersgrenzwerte mit 50 und 374 Jahren weit auseinander. Hohe Altersunterschiede werden darüber hinaus in zahlreichen Plenterwaldarbeiten beschrieben (z.B. LEIBUNDGUT, 1972; MITSCHERLICH, 1961; SOMMER, 1962).

Die Ursachen hierfür sind in unbeeinflussten Bergwäldern und Urwäldern sowie in Plenterwäldern gleichermaßen darin zu suchen, daß die individuelle Wuchskonstellation eines jeden Baumes - insbesondere der stark wechselnde Lichtgenuß infolge der Überschirmung unterschiedlichen Ausmaßes und unterschiedlicher Dauer - für bestimmte, gleiche Meßgrößen wie Durchmesser oder Höhe sehr unterschiedliche Alter zum Ergebnis haben kann.

Nach MAGIN, 1959, ist im ungleichaltrigen Mischwald "das erreichte Baumalter in einer bestimmten Höhe gleichsam die abhängige Variable zur Wuchskonstellation. So kann ein 10 m hoher Baum auf einem gegebenen Standort ebenso gut 50 als auch 250 Jahre alt sein, je nach der "Wartezeit" oder auch den "Wartezeiten", die er zu überwinden hatte".

Durch Stammanalysen konnte MAGIN die lange Dauer der Unterdrückungszeiträume von mehr als einem Jahrhundert im Bergmischwald auch für die Fichte nachweisen.

Die auch in Plenterwäldern vorzufindenden langen Unterdrückungszeiträume und die damit verbundene große Altersstreuung sind Gegenstand der Erörterung in vielen Arbeiten. SCHÜTZ, 1969, zit.n. LEIBUNDGUT, 1972, stellte bei Fichte wie bei Tanne Unterdrückungszeiträume von 10 bis 170 Jahren fest.

Nach LEIBUNDGUT, 1972, ist in Plenterwäldern die Länge des Unterdrückungszeitraums ohne wesentlichen Einfluß auf das spätere Wachstum. Zu dem gleichen Ergebnis kommt MITSCHERLICH, 1952, wenn er schreibt, daß die Tanne und in geringerem Maße auch die Fichte eine mehr oder minder lange Zeit des Druckstandes überstehen, ohne an Wuchsenenergie einzubüßen. Die Stamm-

analysen MAGINS, 1959, zeigen gleichfalls, daß die Länge des Unterdrückungszeitraums auf das spätere Wachstum nur geringen Einfluß haben kann.

Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, diesen Unterdrückungszeitraum rechnerisch zu eliminieren, die Altersspannweiten dadurch stark einzuengen und auf diese Weise die Wuchsentwicklung von sehr ungleichaltrigen Bergwäldern oder Plenterwäldern mit dem Wuchsgang des normalen Altersklassenwaldes vergleichbar zu machen.

FLURY, 1929, sprach sich dafür aus, den meist ziemlich scharf ausgeprägten, engen Kern von Plenterwaldbäumen bei der Altersbestimmung von vornherein auszuschalten. SOMMER, 1962, verglich die Alters-Höhenentwicklung von Plenterwaldbäumen - nach Standorten differenziert - nach Verlassen der Unterschicht, d.h. ab etwa 12 m Höhe. Hierbei ergab sich eine ausgeglichene Höhenentwicklung, die in enger Beziehung zum Wachstumsalter stand.

Für den Bereich des Bergmischwaldes konnte MAGIN, 1959, durch eine "Abszissenverschiebung" der Höhenentwicklungskurven von analysierten Fichten- und Tannenstämmen darstellen, daß diese Baumarten ab einer errichteten Höhe von etwa 12 m einen gleichartigen Wachstumsverlauf in Abhängigkeit vom Faktor Alter nehmen.

Diese Untersuchungsergebnisse würden dazu ermutigen, den Versuch zu unternehmen, die enormen Streuungswerte der eigenen Alterserhebungen durch Eliminierung von Unterdrückungsstadien mit ähnlichen Methoden zu reduzieren.

Eine Durchsicht des Bohrspanmaterials zeigte jedoch, daß dieses Vorhaben mit sehr großer Wahrscheinlichkeit aus folgendem Grund zum Scheitern verurteilt sein würde:

Die Bäume des Untersuchungsgebiets durchlaufen die Phasen der Unterdrückung oder des eingeschränkten Lichtgenusses bei weitem nicht ausschließlich zu Beginn ihres Wachstums. Der gut abzugrenzende engringige Kern und die nach Wegfall der Überschirmung klar erkennbare, sofortige Zunahme der Jahrringbreiten ist nur eine und keinesfalls die häufigste Variante des Wachstumsablaufs von Hochlagenbäumen. Oft ist auch die Konstellation anzutreffen, daß der Stamm in 1,30 m Höhe noch relativ breite Jahrringe ausbilden konnte und erst später unter Druck geriet; die Konzentration mikroskopisch enger Jahrringe befindet sich dann an einer beliebigen Stelle des Durchmessers, häufig etwa im mittleren Bereich. Auch das Durchlaufen zweier ausgeprägter Unterdrückungszeiträume läßt sich häufig ablesen. Hinzu kommt, daß die stärkeren Bäume nach außen zu allmählich immer kleiner werdende Jahrringe ansetzten; allerdings ist die Abnahme der Jahrringbreiten hierbei sehr unterschiedlich. Dies läßt den Schluß zu, daß die jeweilige, höchst individuelle Wuchskonstellation von Hochlagenbäumen sowie die unterschiedlichen Voraussetzungen des Standorts für gegebene Durchmesser bzw. Baumhöhen sehr unterschiedliche Alter zur Folge haben, so daß die Herleitung irgendwelcher straffer Beziehungen aussichtslos erscheint.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die von verschiedenen Autoren in relativ kleinflächigen Aufnahmen herausgearbeiteten Eigenarten der hochgelegenen Gebirgswälder auch in den Ergebnissen einer großflächigen Inventur zutage treten.

Auf der anderen Seite läßt sich jedoch gerade bei einer mehreren tausend Hektar umfassenden Aufnahme mit einem sehr breiten Spektrum an Wuchsmöglichkeiten erkennen, daß eine streng funktionale Festlegung von Beziehungen den Eigenheiten stark inhomogen aufgebauter Bergmischwälder, in denen die Wuchskonstellation des jeweiligen Einzelbaumes den Wachstumsverlauf bestimmt, nur schwer gerecht werden kann.

6.3.7 Folgerungen

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Altersbestimmungen führt zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

- Die Hochlagenbestände des Werdenfelser Landes sind zum weit überwiegenden Teil sehr stark ungleichaltrig aufgebaut; bereits auf kleinstem Raum - die Probeflächen waren 500 qm groß - treten enorme Altersspannweiten auf. Das Aufwachsen mehrerer Baumgenerationen auf kleinster Fläche - räumlich nebeneinander oder gestuft untereinander - ist geradezu ein Charakteristikum der Hochlagen dieses Raumes.
- Insbesondere bei der Fichte liegen die erreichbaren maximalen absoluten Alterswerte von 500 - 600 Jahren enorm hoch; bei einer Diskussion über die "Vergreisung" der Hochlagen sollte diese Tatsache im Blickfeld bleiben.
- Die Alter der Hochlagenbestände werden natürlich hinter den vorgefundenen Extremaltern von einzelnen Individuen weit zurückbleiben; es kann jedoch aufgrund des vorliegenden Materials angenommen werden, daß Fichtenbestände der Hochlagen Absolutalter von 200 - 300 Jahren ohne deutliche Vitalitätseinbußen erreichen.

- In der Praxis ist es nicht möglich, aus den am leichtesten zu erhebenden Meßwerten "Durchmesser" oder "Baumhöhe" das Alter von Hochlagenbäumen auch nur annäherungsweise herzuleiten; ein Einblick in die komplizierte Altersstruktur der Bestände ist nur durch Entnehmen und Auszählen einer großen Anzahl von Bohrkernen zu gewinnen.

6.4 Baumartenanteile

6.4.1 Gesamtanteile der Baumarten

Eine Übersicht über die Gesamtbeteiligung der Baumarten in den Hochlagen vermittelt Abb.18.

Die Fichte ist als dominierende Baumart im Mittel über alle Höhenstufen mit 78,6 Prozent beteiligt. Allerdings hat sie in den unteren Höhenstufen keineswegs ein erdrückendes Übergewicht; so beträgt ihr Anteil in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m nur 66,4 Prozent. Erst ab 1500 m Meereshöhe erreicht die Fichte Werte von 90 Prozent und darüber. In Lagen von über 1600 m würde der durchschnittliche Fichtenanteil bei ca. 95 Prozent liegen, wenn nicht das lokale Zirbenvorkommen im Wettersteinwald den rechnerischen Durchschnitt auf 90,3 herabdrücken würde.

Der Tannenanteil ist überraschend hoch; er beträgt im Durchschnitt 9,5 Prozent. In der Höhenstufe von 1300 - 1390 m ist die Tanne sogar mit einem Anteil von 15,5 Prozent vertreten, und in Lagen von 1500 - 1590 m beträgt die Beteiligung dieser Baumart immerhin noch knapp 5 Prozent. Auch im Bereich von 1600 m und darüber ist sie nicht gänzlich ausgefallen.

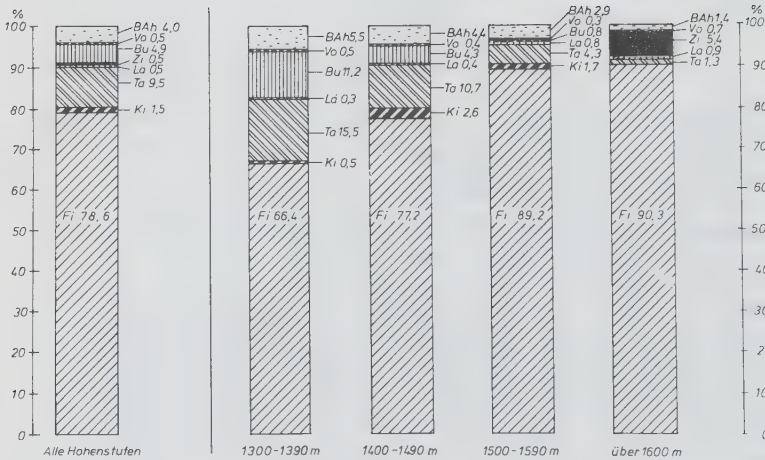


Abb.18: Anteile der Baumarten an den Grundflächen

Die Buche ist in der untersten Höhenstufe mit 11,2 Prozent noch nennenswert beteiligt; ihr Anteil sinkt jedoch sehr rasch bis zu einem Wert von 0,8 Prozent in der Höhenstufe von 1500 bis 1590 m.

Der Bergahorn kommt in allen Höhenstufen vor. Im untersten Bereich noch mit 5,5 Prozent vertreten, nimmt sein Anteil mit zunehmender Meereshöhe kontinuierlich ab.

Die Kiefer spielt im Untersuchungsgebiet nur eine untergeordnete Rolle (1,5 Prozent Gesamtbeteiligung). Den größten Anteil erreicht sie in der Höhenstufe von 1400 - 1490 m (2,6 Prozent).

Die Lärche beschränkt sich im wesentlichen auf ein lokales Vorkommen am Nordabfall des Zugspitzmassivs.

Inwieweit bestimmte Baumarten einzelne Expositionen bevorzugen, ist aus Tab.22 zu ersehen.

	Höhenstufe 1400-1490m				Höhenstufe 1500-1590m				Höhenstufe 1600m u. darüber			
Baumart	Sonn- seite	Schatt- seite	Süd- seite	Nord- seite	Sonn- seite	Schatt- seite	Süd- seite	Nord- seite	Sonn- seite	Schatt- seite	Süd- seite	Nord- seite
<i>Tanne</i>	10,6	10,0	10,9	7,0	4,8	4,3	4,2	3,1	1,5	1,2	1,7	-
<i>Buche</i>	4,6	3,7	2,7	1,6	0,6	1,1	0,1	-	-	-	-	-
<i>Ahorn</i>	4,4	4,2	4,7	4,1	2,7	3,4	1,6	1,5	1,1	2,3	1,6	5,7
<i>Kiefer</i>	5,2	0,1	6,0	-	3,4	-	6,2	-	-	-	-	-
<i>Lärche</i>	0,1	0,6	-	0,9	-	1,6	-	3,1	0,1	2,7	-	10,3

Tab.22: Grundflächenanteile der wichtigsten Mischbaumarten auf den einzelnen Expositionen

Es zeigt sich, daß die Tanne auf Sonn- und Schattseiten etwa gleich stark vertreten ist. Erst eine Gegenüberstellung der beiden Extreme - Südseiten und Nordseiten - läßt erkennen, daß die Tanne auf reinen Südexpositionen stärker beteiligt ist als auf Nordlagen.

Bei der Buche läßt sich eine leichte Bevorzugung der sonnigen Lagen ablesen, während der Bergahorn mit zunehmender

Meereshöhe auf den schattseitigen Lagen in stärkerer Beteiligung vorzufinden ist. Diese Baumart ist auf den kalten, nordseitig orientierten Hängen der oberen Waldzone hinsichtlich ihrer Konkurrenzfähigkeit offensichtlich im Vorteil.

Die Tatsache, daß die Kiefer fast ausschließlich auf Sonnseiten vorkommt, wird hier nur noch einmal bestätigt.

Die Lärche kommt bevorzugt am Nordabfall des Zugspitzmassivs vor. Auf den reinen Nordseiten der Höhenstufe von 1600 m und darüber beträgt ihr Anteil 10,3 Prozent.

6.4.2 Vorkommen der Baumarten auf den Probekreisen

Über die Betrachtung der Gesamtanteile hinaus ist es interessant zu erfahren, wie sich die einzelnen Baumarten anteilmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilen und auf welchen Probekreisen jeweils Mischkomponenten vorkommen.

Als erste Baumart wurde die Tanne in dieser Richtung untersucht.

Tab.23 zeigt, daß die Tanne auf insgesamt 42 Prozent aller bestockten Probekreise des Untersuchungsgebiets vertreten ist. In der Höhenstufe von 1300 - 1390 m kommt diese Baumart sogar auf über zwei Drittel aller Probeflächen vor; allerdings nimmt dieser Anteil mit zunehmender Meereshöhe rasch ab.

Insgesamt gesehen beschränkt sich die Beteiligung der Tanne keineswegs auf minimale Grundflächenanteile. Nur in 8 Prozent der Probekreise liegen die Tannenanteile unter der 5-Prozent-Grenze, während auf 17 Prozent der Flächen die Grundflächenanteile dieser Baumart zwischen 10 und 25 Prozent betragen.

Im untersten Höhenbereich weist sogar ein knappes Drittel aller Flächen Tannenanteile in dieser Größenordnung auf.

Stratum	Probekreise des Stratums		Probekreise mit Tanne		Tannenanteile in % der Grundfläche							
					unter 5 %		5-10 %		10-25 %		über 25 %	
	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%
Alle Höhenstufen	974	100,0	387	41,7	77	8,4	81	8,9	153	16,8	70	7,6
1300-1390 m	224	100,0	153	68,3	33	14,7	24	10,7	65	29,1	31	13,8
1400-1490 m	338	100,0	159	47,0	32	9,4	32	9,5	63	18,6	32	9,5
1500-1590 m	232	100,0	55	23,7	10	4,3	17	7,3	22	9,5	6	2,6
1600 m u. darüb.	120	100,0	14	11,6	2	1,6	8	6,7	3	2,5	1	0,8

Tab.23: Anteile der Tanne auf den Probekreisen

Stratum	Probekreise des Stratums		Probekreise mit Buche		Buchenanteile in % der Grundfläche							
					unter 5 %		5-10 %		10-25 %		über 25 %	
	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%	Anzahl/ Pr.-Kreise	%
Alle Höhenstufen	974	100,0	195	21,3	40	4,4	35	3,8	69	7,5	51	5,6
1300-1390 m	224	100,0	119	53,1	21	9,4	19	8,5	47	21,0	32	14,2
1400-1490 m	338	100,0	71	21,0	16	4,7	16	4,7	22	6,5	17	5,1
1500-1590 m	232	100,0	5	2,1	3	1,3	-	-	-	-	2	0,8
1600 m u. darüb.	120	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab.24: Anteile der Buche auf den Probekreisen

Die Buche (Tab.24) ist in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m noch auf 53 Prozent aller Flächen beteiligt; auf 21 Prozent der Probekreise liegt hier der Buchenanteil zwischen 10 und 25 Prozent. In der Höhenstufe von 1400 - 1490 m ist die Buche nur noch auf etwa einem Fünftel der Flächen und ab 1500 m praktisch überhaupt nicht mehr vertreten.

Stratum	Probekreise des Stratums		Probekreise mit Bergahorn		Ahornanteile in % der Grundfläche							
	Anzahl Pr-Kreise	%	Anzahl Pr-Kreise	%	unter 5 %		5 - 10 %		10 - 25 %		über 25 %	
	Anzahl Pr-Kreise	%	Anzahl Pr-Kreise	%	Anzahl Pr-Kreise	%	Anzahl Pr-Kreise	%	Anzahl Pr-Kreise	%	Anzahl Pr-Kreise	%
Alle Höhenstufen	914	100,0	368	40,3	80	8,8	135	14,8	130	14,2	23	2,5
1300-1390 m	224	100,0	143	63,9	34	15,2	58	25,9	45	20,1	6	2,7
1400-1490 m	338	100,0	150	44,4	31	9,2	50	14,8	58	17,1	11	3,3
1500-1590 m	232	100,0	64	27,6	14	6,1	24	10,3	23	9,9	3	1,3
1600 m u. darüb.	120	100,0	11	9,2	1	0,8	3	2,5	4	3,4	3	2,5

Tab.25: Anteile des Bergahorns auf den Probekreisen

Der Bergahorn kommt auf weit mehr Probekreisen vor, als seine geringe Gesamtbeteiligung vermuten ließe; er ist auf 40 Prozent aller Flächen (Tab.25), in Lagen zwischen 1300 und 1390 m sogar auf knapp zwei Drittel der Probekreise vertreten, wobei Grundflächenanteile zwischen 5 und 10 Prozent sowie zwischen 10 und 25 Prozent überwiegen.

Aus diesen Darstellungen folgt:

- Die wichtigen Mischbaumarten Tanne, Buche und Bergahorn kommen gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt vor; insbesondere die

Lagen bis zu 1500 m können hinsichtlich ihrer Mischungskomponenten durchaus befriedigen; oberhalb dieser Grenze nehmen die Begleitbaumarten höhenbedingt zwar stark ab (die Buche ist praktisch nicht mehr vorhanden), trotzdem ist auch hier die Mischung bis in große Höhen noch nicht verlorengegangen.

6.4.3 Bestandesformen

Zur Erarbeitung einer Übersicht über die im Hochlagenwald vorkommenden Bestandesformen wurde zunächst eine grobe Gliederung des Probekreiskollektivs nach führenden Baumarten vorgenommen. Als führend wurde eine Baumart dann bezeichnet, wenn ihr Grundflächenanteil in einem Probekreis 50 Prozent oder mehr betrug. Das Ergebnis dieser ersten Grobgliederung ist in Tab.26 dargestellt.

Bestandesform	Anzahl der Probekreise	%
<i>Führende Fichte</i>	769	84,1
" <i>Kiefer</i>	11	1,2
" <i>Tanne</i>	9	1,0
" <i>Lärche</i>	4	0,5
" <i>Zirbe</i>	13	1,4
" <i>Buche</i>	7	0,8
" <i>Vogelbeere</i> (Mehlb.)	-	
" <i>Birke, Weide</i> , (Grün- erie)	-	
" <i>Bergahorn</i>	4	0,4
<i>Mischbestände ohne führende Baumart (50 %-Grenze nicht über- schritten)</i>	97	10,6
<i>Summa</i>	914	100,0

Tab.26: Bestandesformenübersicht

Es war zu erwarten, daß in der weit überwiegenden Mehrzahl aller Probekreise (84,1 Prozent) die Fichte führend ist. Die Tanne tritt nur in 1 Prozent der Fälle als führende Baumart in Erscheinung, die Kiefer in 1,2 Prozent.

Bemerkenswert hoch (10,6 Prozent) ist der Anteil der Mischbestände aus mindestens 3 Baumarten, von denen jedoch keine für sich allein einen Grundflächenanteil von 50 Prozent und mehr erreicht.

Der Anteil der Bestandesform "Führende Fichte" steigt mit zunehmender Meereshöhe an. In der Höhenstufe von 1300 - 1390 m beträgt ihr Prozentanteil 75,9, in dem Bereich von 1500 bis 1590 m jedoch bereits 93,1. In Lagen über 1600 m wird der Anteil dieser Bestände rechnerisch auf 83,4 Prozent herabgedrückt, da hier die Zirbe als führende Baumart mit 10,8 Prozent Anteil in Erscheinung tritt.

Interessant ist nun, wie sich die weit überwiegend vorkommende Bestandesform "Führende Fichte" hinsichtlich ihrer Mischbaumarten zusammensetzt (Abb.19).

Diese Darstellung ist so zu verstehen, daß die Summe aller Probeflächen der Bestandesform "Führende Fichte" 100 Prozent ergibt. Ihr liegen 769 Probekreise zugrunde.

Maßgebend für die Ausscheidung der Mischungsformen waren die Grundflächenanteile der Begleitbaumarten, wobei als unterer Grenzwert ein Anteil von 5 Prozent angenommen wurde (Legende im oberen Teil der Abb.19).

Die Anteile der jeweiligen Mischungsformen können in Prozent aus der Graphik abgelesen werden. Hierbei stellt das Band im Mittelfeld der Darstellung den Durchschnitt über alle Höhenstufen dar, während der untere Teil der Abbildung die Verschiebung mit zunehmender Meereshöhe zeigt.

Bestandesform: Führende Fichte

Anteile der Mischungsformen

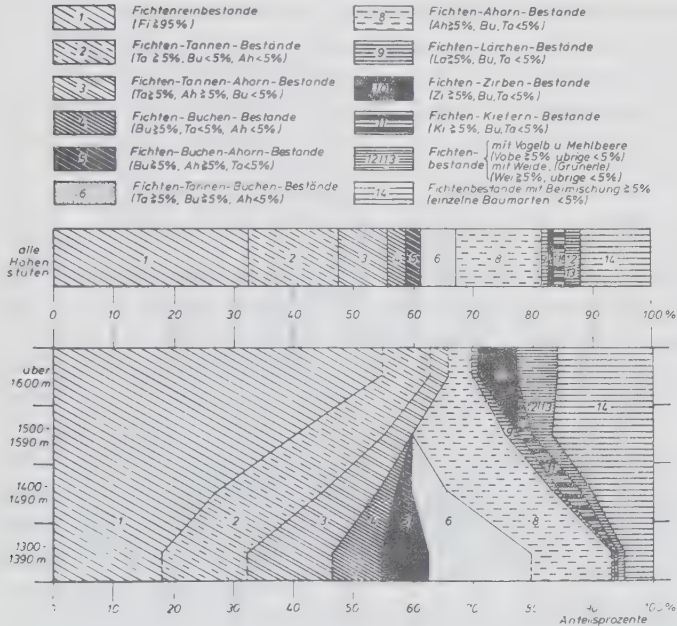


Abb. 19: Bestandesform "Führende Fichte";
Anteile der Mischungsformen

(Anmerkung: Fichten-Tannen-Buchen-Ahornbestände (Ziff. 7) kamen nur auf 2 Probestreifen vor und sind in dieser Abbildung nicht darstellbar.)

Betrachtet man zunächst die Durchschnittswerte über alle Höhenstufen, so fällt auf, daß der Fichtenreinbestand einen überraschend niedrigen Anteil aufweist (32,4 Prozent). In mehr als zwei Drittel aller Fichtenbestände kommen Begleitbaumarten mit einem Grundflächenanteil von mindestens 5 Prozent vor.

Die am häufigsten vertretenen Mischungsformen sind der Fichten-Tannen- (14,9 Prozent) und der Fichten-Ahornbestand (14,4 Prozent). Die Mischungsform aus Fichte, Tanne und Ahorn kommt auf 8,3 Prozent der Fichtenprobekreise vor, der Fichten-Tannen-Buchen-Bestand liegt anteilmäßig bei 6,0 Prozent.

Die Fichten-Buchen-Bestände sowie die Fichten-Buchen-Ahorn-Bestände erreichen nur einen geringen Anteil (2,9 bzw. 2,6 Prozent). Fichten-Lärchen-Bestände, Fichten-Kiefern-Bestände und Fichten-Zirben-Bestände haben im Untersuchungsgebiet nur lokale Bedeutung. Auch die Beimischung von Vogelbeere, Mehlbeere, Birke, Weide und Grünerle zur Fichte ist, wird die Grundfläche als Maßstab genommen, sehr gering.

Ziffer 14 der Legende in Abb.19 gibt den Anteil der Bestände wieder (11,7 Prozent), die nicht als Fichtenreinbestände bezeichnet werden sollten, da Mischbaumartenanteile von 5 Prozent und mehr vorhanden sind, bei denen jedoch keine der Mischbaumarten für sich allein diese 5-Prozent-Grenze überschreitet.

Interessant ist weiterhin, wie sich die einzelnen Mischungsformen, angefangen von der untersten bis hin zur obersten Höschicht, anteilmäßig verschieben.

Der Fichtenreinbestand vergrößert seine Beteiligung von 18,2 Prozent in der Höhenstufe 1300 - 1390 m auf 55 Prozent in den Lagen von über 1600 m.

Nur eine langsame Abnahme mit zunehmender Meereshöhe ist bei den Fichten-Tannen-Beständen zu verzeichnen (14,1 Prozent in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m, 8,0 Prozent in Lagen über 1600 m).

Ähnliches gilt für die Fichten-Ahorn-Bestände, hier jedoch nur bis zu Lagen von unter 1600 m. Fichten-Tannen-Ahorn-Bestände sind

gleichfalls in allen Höhen anzutreffen (14,1 Prozent in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m, 3,0 Prozent in Lagen über 1600 m).

Bei den Bestandesformen mit Buchenbeimischung treffen wir in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m noch auf nennenswerte Anteile; der Fichten-Tannen-Buchen-Bestand allein ist hier mit 17,2 Prozent vertreten. Rechnet man die Fichten-Buchen-Bestände und die Fichten-Buchen-Ahorn-Bestände noch hinzu, so liegt der Anteil der Fichtenbestände, denen Buche beigemischt ist, in dieser Höhenlage bei etwa einem Drittel (33,1 Prozent). Die Beteiligung dieser Bestandesformen ist dann jedoch in der Höhenstufe von 1500 - 1590 m praktisch auf Null gesunken.

Fichten-Lärchen-Bestände und Fichten-Kiefern-Bestände spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. In größeren Höhen erreichen Vogelbeere, Weide, Grünerle und Birke eine Beteiligung, die in dem einen oder anderen Probekreis die 5-Prozent-Grenze bereits überschreitet. Ab etwa 1500 m nimmt auch der Anteil derjenigen Probekreise zu, deren Bestockung nicht als Fichtenreinbestand bezeichnet werden sollte, da ihr mindestens zu 5 Prozent andere Baumarten beigemischt sind, die jedoch andererseits in ihrer Mischungsform deswegen schlecht charakterisiert werden können, da die Anteile der einzelnen Begleitbaumarten für sich betrachtet sehr klein sind (jeweils unter 5 Prozent Grundflächenanteil).

Zur Vervollständigung des Bildes ist noch zu prüfen, ob sich hinsichtlich der Beteiligung der Bestandesformen deutliche Unterschiede zwischen Sonn- und Schattseiten ergeben.

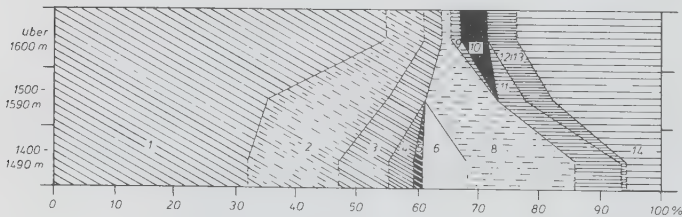
In Abb.20 (Legende s. Abb.19) sind für diese beiden Expositionsguppen die Anteile der Mischungsformen ab 1400 m Seehöhe gegenübergestellt.

Bestandesform: Führende Fichte

Anteile der Mischungsformen

Vergleich Sonnseiten -Schattseiten

Sonnseiten



Schattseiten

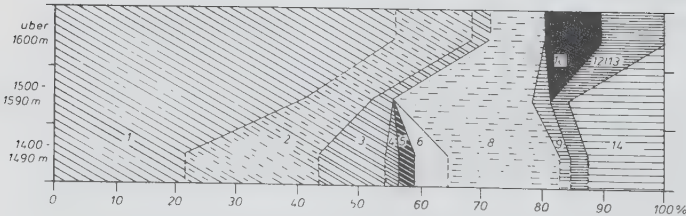


Abb.20: Bestandesform "Führende Fichte";
Anteile der Mischungsformen
auf Sonn- und Schattseiten

Es zeigt sich, daß die Beteiligung der Fichtenreinbestände in der Höhenstufe von 1400 - 1490 m auf Schattseiten geringer (22 Prozent) ist als auf Sonnseiten (32 Prozent), in Lagen zwischen 1500 und 1590 m weisen die Sonnseiten geringere Anteile (34 Prozent) als die Schattseiten (42 Prozent) auf, während oberhalb von 1600 m keine wesentlichen Unterschiede festzustellen sind.

Die Fichten-Tannen-Bestände verhalten sich indifferent, während die Fichten-Ahornbestände auf Schattseiten deutlich größere Anteile als auf Sonnseiten aufweisen. Die Bestandesformen mit Beteiligung der Buche (Ziff. 4, 5 u. 6) erreichen auf Sonnseiten etwas höhere Anteile als auf Schattseiten.

Zusammenfassend läßt sich jedoch feststellen, daß zwischen den beiden Expositionsgruppen hinsichtlich der Anteile der Mischungsformen keine ausgeprägten Unterschiede feststellbar sind.

6.4.4 Baumartenanteile in den Durchmesserklassen

In den vorhergehenden Abschnitten wurde gezeigt, daß die durchschnittlichen Baumartenanteile, die Mischungskomponenten auf den einzelnen Probekreisen und die Mischungsformen der Bestände hinsichtlich der Beteiligung von Begleitbaumarten an der Hochlagenbestockung ein durchaus befriedigendes Bild ergeben. Betrachtet man die Situation jedoch nicht statisch, sondern in ihrer Dynamik, indem man die Anteile der einzelnen Baumarten in den jeweiligen Durchmesserklassen vergleicht, so kommt man zu einer gänzlich anderen Beurteilung des Sachverhalts.

Als erstes Beispiel sei hier die Tanne angeführt (Abb.21). Auf der x-Achse der Darstellung sind die Anteilsprozente der Baumart Tanne, auf der y-Achse die einzelnen Durchmesserklassen (10-cm-Klassen) aufgetragen. Die in der Mitte verlaufende, etwas stärker ausgezogene Kurve hat die Werte aller Höhenstufen zur Grundlage; zusätzlich sind die einzelnen Höhenstufen getrennt vorgetragen.

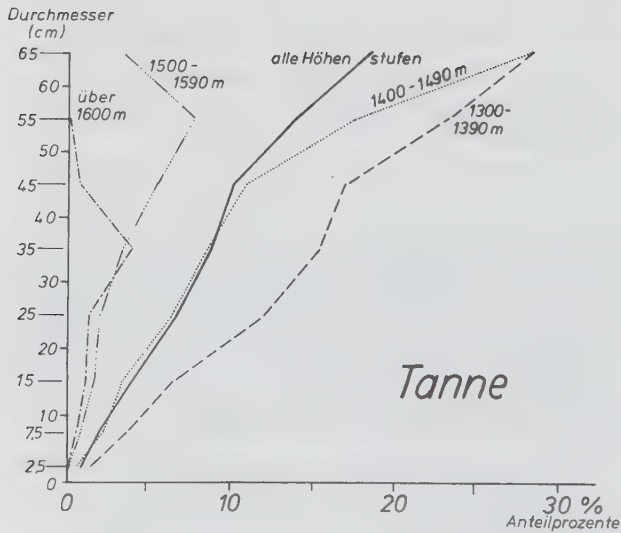


Abb.21: Grundflächenanteile der Tanne an den Durchmesserklassen

Betrachtet man die Gesamtkurve, so fällt auf, daß die Tanne im Bereich hoher Durchmesser mit beträchtlichen Anteilen vertreten ist (19 Prozent in der Durchmesserklasse 60 - 70 cm, 14 Prozent in der Klasse 50 - 60 cm).

Diese Anteile nehmen mit sinkender Durchmesserklasse konstant ab, erreichen im Bereich von 5 - 10 cm einen Wert von 2 Prozent und sind in der Klasse unter 5 cm auf ganze 0,89 Prozent abgesunken.

Dieselbe Entwicklung bleibt in allen Höhenstufen erkennbar und erreicht z.B. in Lagen von 1300 - 1390 m ein noch krasserer Ausmaß. Die Tanne weist hier in den Durchmesserstufen von 60 cm an aufwärts noch Anteile von 23 - 29 Prozent auf. Diese Anteilsprozentage fallen ab bis auf 1,54 Prozent in der Durchmesserklasse unter 5 cm. Selbst in Lagen von 1600 m an aufwärts beträgt der Tannenanteil in der Durchmesserstufe 30 - 40 cm noch 4 Prozent. Der entsprechende Wert für die Durchmesserklasse unter 5 cm beträgt hier 0,03 Prozent.

Als weiteres Beispiel für diese Entwicklung sei der Bergahorn genannt (Abb.22).

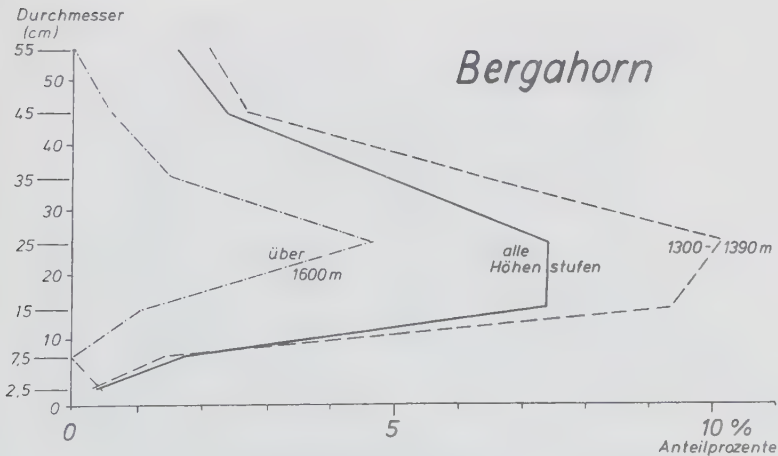


Abb.22: Grundflächenanteile des Bergahorns an den Durchmesserklassen

Der Bergahorn erreicht nur gelegentlich die Dimensionen von Starktannen. Er ist jedoch im mittleren Durchmesserbereich von 20 - 40 cm mit über 7 Prozent beteiligt (Gesamtkurve). Diese Anteile sinken in der Durchmesserklasse unter 5 cm auf einen Wert von 0,39 Prozent.

Noch deutlicher tritt diese Entwicklung in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m zutage. Die Beteiligung des Ahorns beträgt im mittleren Durchmesserbereich 9 - 10 Prozent und in der Durchmesserklasse unter 5 cm 0,35 Prozent.

Dieselbe Tendenz zeigt sich bei der Buche (Abb. 23).

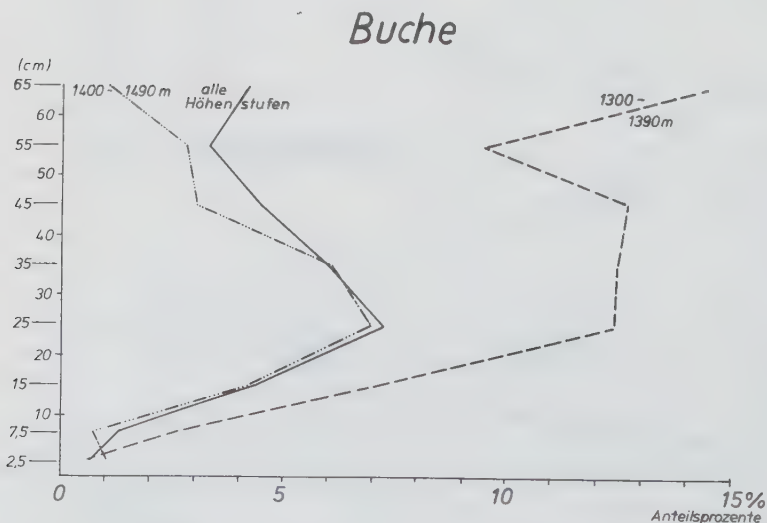


Abb.23: Grundflächenanteile der Buche an den Durchmesserklassen

Die vor allem in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m im mittleren Durchmesserbereich befriedigend hohen Buchenanteile von über 12 Prozent sind in der Durchmesserstufe unter 5 cm auf 0,56 Prozent abgesunken.

Diese Darstellungen lassen somit einen drastischen Rückgang der wichtigen Mischbaumartenanteile in den unteren Durchmesserbereichen klar erkennen.

Das Ausmaß dieser höchst unerfreulichen Entwicklung und das hiermit synchron laufende Vordringen der Fichte kann aus einer Gegenüberstellung der Stammzahlen in der Durchmesserklasse von 1 - 10 cm BHD ersehen werden (Tab.27). Hierbei wurde diese wichtige Durchmesserklasse - aus ihr läßt sich der Entwicklungstrend hinsichtlich der zukünftigen Beteiligung der Mischbaumarten sehr gut ablesen - nochmals unterteilt in den Bereich von 5 - 10 cm und unter 5 cm.

Baumart	Durchmesserklasse < 5cm		Durchmesserklasse 5-10cm	
	Stammzahl (Vir. 1 u. 2)	Anteile (%)	Stammzahl (Vir. 1 u. 2)	Anteile (%)
<i>Fichte</i>	8110	95,00	5223	92,96
<i>Kiefer</i>	2	0,02	7	0,12
<i>Tanne</i>	54	0,63	104	1,85
<i>Lärche</i>	42	0,49	19	0,34
<i>Zirbe</i>	11	0,13	3	0,05
<i>Buche</i>	31	0,36	50	0,89
<i>Vobe(Mehlb.)</i>	98	1,15	112	2,00
<i>Weide(Grünle)</i>	170	1,99	30	0,53
<i>Bergahorn</i>	20	0,23	71	1,26
<i>insgesamt</i>	8538	100,00	5619	100,00

Tab.27: Stammzahlen der Baumarten in der Durchmesserklasse 1 - 10 cm BHD (Vitalitätsstufen 1 und 2)

Selbst bei einem Vergleich dieser beiden, relativ engen Durchmesserstufen ist ein deutliches Absinken der Mischbaumartenanteile festzustellen. So fällt beispielsweise der Anteil der Tanne von 1,85 Prozent (5-10 cm BHD) auf 0,63 Prozent (unter 5 cm BHD) und der Ahornanteil von 1,26 Prozent auf 0,23 Prozent ab.

Im Gegensatz hierzu konnte die Fichte ihre Beteiligung von 92,96 Prozent auf 95,00 Prozent steigern. Der letztgenannte Wert würde nahe an 100 Prozent heranreichen, wenn nicht die mit einer gewissen Häufigkeit vorkommenden Vogelbeeren, Mehlbeeren, Birken, Weiden und Grünerlen den prozentualen Anteil der Fichte in der untersten Durchmesserstufe rechnerisch etwas herabdrücken würden.

Der zu einem Ausfall der Mischbaumarten in den Hochlagenbeständen führende Entwicklungsverlauf kann anhand der Stammzahlverteilungskurven der einzelnen Baumarten sehr gut verfolgt werden.

Aus Abb.24 sind die prozentualen Anteile der jeweiligen Durchmesserklasse an der Gesamtstammzahl (Vitalitätsstufen 1 und 2) zu ersehen. Nur der Kurvenverlauf für die Fichte bietet hierbei das Bild einer ausgeglichenen, abnehmenden Stammzahlverteilung. Sämtliche Mischbaumarten weisen außerordentlich gestörte Verteilungsbilder auf. Die Maxima der Anteile liegen bei der Tanne in der Durchmesserklasse 10 bis 20 cm, bei den übrigen Baumarten zwischen 20 und 30 cm. Von dort knicken die Stammzahlanteile zum Bereich der schwachen Durchmesser sehr stark ab.

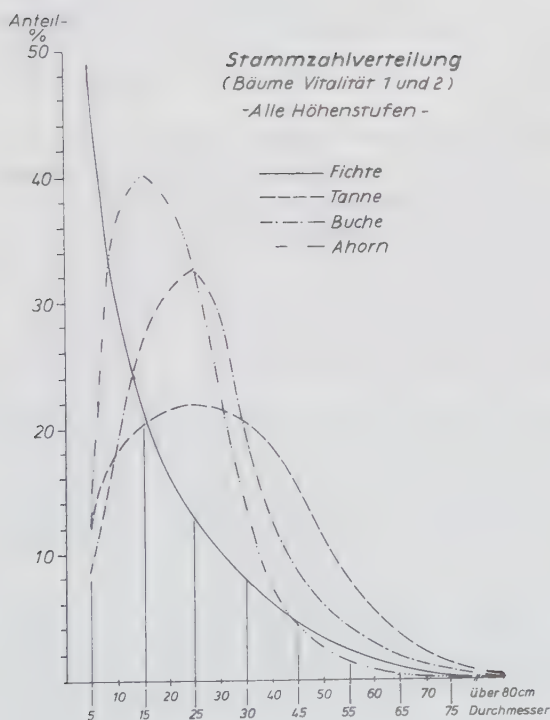


Abb.24: Stammzahlverteilungskurven der Baumarten
(Vitalitätsstufen 1 und 2)

6.4.5 Zusammenfassende Beurteilung der Baumartenmischung

Aus dem vorliegenden Material läßt sich die derzeitige und die künftige Beteiligung von Mischbaumarten in den Hochlagen folgendermaßen beurteilen bzw. prognostizieren:

- Die derzeitigen Mischbaumartenanteile sind durchaus befriedigend, wenn man bedenkt, daß sich Tanne und Bergahorn, noch stärker aber die Buche im Untersuchungsgebiet an der Höhengrenze ihrer Verbreitung befinden.
- Die Mischbaumarten sind - dies gilt ganz besonders für den Bergahorn - eher einzelstammweise und insgesamt gesehen gut über den untersuchten Raum verteilt und nur äußerst selten bestandesweise konzentriert.
- Fichtenreinbestände nehmen nur einen Anteil von unter einem Drittel ein; auf etwa zwei Drittel der Fichtenbestockung ist eine Mischungskomponente von mindestens 5 Prozent Grundflächenanteil vorhanden.
- Das relativ günstige Bild der Beteiligung von Mischbaumarten an der Bestockung ist jedoch auf die vergleichsweise hohen Anteile dieser Baumarten in den oberen und mittleren Durchmesserbereichen zurückzuführen. Hingegen nehmen die Mischbaumartenanteile in den unteren Durchmesserbereichen sehr stark ab.
- Der Trend dieser Entwicklung wird in der untersten Durchmesserstufe (unter 5 cm BHD) offenkundig. Hier sind die Anteile der wichtigsten Mischbaumarten so gering, daß dies einem Totalausfall sehr nahekommt. Wenn diese Entwicklung weiter anhält, wird sich der Hochlagenwald - allerdings in einem sehr langfristigen Prozeß - zu einer reinen Fichtenbestockung entwickeln, der allenfalls etwas Vogelbeere, Birke oder Weide beigemischt ist.

6.5 Schäden an Bäumen und Beständen

Beschädigungen von Einzelstämmen wurden über die Einordnung der Bäume in Vitalitätsstufen erfaßt, ohne daß die - oft nur schwer zu bestimmenden - Schadensursachen im einzelnen festgehalten wurden. Allein bei den Schälsschäden war eine klare Feststellung der Schadensursache möglich; dieser Schadenstyp wurde deshalb einzelstammweise erfaßt.

6.5.1 Schälsschäden

Wie nachstehende Übersicht zeigt, treten Schälsschäden im Untersuchungsgebiet nur sehr selten auf:

Durchmesserklasse cm	Prozentanteil der geschälten Stämme an der Gesamtstammzahl je Durchmesserklasse	
	Fichte	Tanne
unter 10	2,5	4,8
10 - 20	1,3	0,0
20 - 30	0,1	0,0
über 30	0,0	0,0

Der sehr geringe Anteil an geschälten Stämmen ist darauf zurückzuführen, daß sich das Rotwild mit einsetzendem Schneefall aus den Hochlagen in tiefere Bereiche zurückzieht. Im Sommer stellt jedoch die Bodenvegetation des Alpenwaldes eine ausreichende Äsungsgrundlage dar.

6.5.2 Bestandesschäden

Bestandesschäden - sie wurden nur erfaßt, wenn mindestens 20 Prozent der Stammzahl auf der Probefläche von dem Schadensereignis betroffen war - traten in folgender Häufigkeit auf:

<u>Schadensursache</u>	<u>Anzahl der Probekreise</u>	<u>Prozent</u>
Kronenverlust durch Schnee- und Windbruch	7	0,8
Windwurf	2	0,2
Mechanische Schädigung durch Steinschlag oder Lawinen	19	2,1
Streif-, Rücke- und Treibschäden	10	1,1
Frosttrocknis	1	0,1
Pilz- oder Insektenbefall	-	0,0

Die insgesamt gesehen geringe Anzahl von geschädigten Probekreisen ist ein Beweis dafür, daß die Bestockung gegenüber Naturereignissen und den Unbilden der Hochgebirgslagen weitgehend stabil ist. Der unbedeutende Anteil, (1,1 Prozent) der Flächen mit deutlichen Rücke- oder Treibschäden spricht dafür, daß offenbar seit langem wenige oder nur waldpfleglich ausgeführte Einschläge erfolgt sind.

6.5.3 Fäuleschäden

Bei der Bohrspanentnahme erfolgte eine Beurteilung des Baumes auf Stammfäuleerscheinungen. Hierbei wurde unterschieden:

Stufe

- 1 Braunfärbung des Holzes ohne Strukturzerstörung bis zu 1/3 des Durchmessers
- 2 Braunfärbung des Holzes ohne Strukturzerstörung über 1/3 des Durchmessers
- 3 Deutliche Holzzersetzung bis zu 1/3 des Durchmessers
- 4 Deutliche Holzzersetzung über 1/3 des Durchmessers

In Tab.28 sind für die Baumart Fichte die Anteile der Bäume mit Stammfäule nach Durchmesserstufen getrennt in Prozent angegeben.

Durchmesser (cm)	F ä u l e s t u f e n			
	1	2	3	4
unter 20	1,9	3,0	0,8	2,4
20 - 30	2,3	3,4	1,3	3,8
30 - 40	5,0	2,4	2,6	4,8
40 - 50	3,8	2,7	3,1	10,6
50 - 60	4,5	3,0	5,6	12,8
über 60	12,7	1,4	5,6	21,1

Tab.28: Fichte; Prozentuale Beteiligung der
Bäume mit Stammfäule (Stufen 1 - 4)
an der Gesamtstammzahl

Die Anteile der Bäume, die lediglich eine Braunfärbung des Holzes ohne Strukturzerstörung erkennen lassen (Fäulestufe 1 und 2), überschreiten in der Regel eine Grenze von 5 Prozent nicht. Lediglich in der Durchmesserstufe von über 60 cm weisen 12,7 Prozent der Stämme eine Braunfärbung von unter einem Drittel des Durchmessers auf. Auch der Anteil der Bäume mit Fäulestufe 3 steigt selbst im Starkholz**bereich** kaum über 5 Prozent. Bäume, die dadurch stark geschädigt und in ihrer Lebenserwartung erheblich reduziert sind, daß eine deutliche Holzzersetzung bereits mehr als ein Drittel des Durchmessers erfaßt hat (Fäulestufe 4), nehmen in ihrer Häufigkeit mit steigendem Durchmesser kontinuierlich zu, erreichen in den Durchmesserklassen bis zu 40 cm BHD jedoch nur geringe Anteile (unter 5 Prozent). Oberhalb dieser Grenze ist dagegen ein sprunghaftes Ansteigen der Anteile dieser Bestockungsglieder auf 11 bis 13 Prozent festzustellen. In der Durchmesserklasse von über 60 cm sind sogar 21,1 Prozent aller Stämme auf diese Weise stark geschädigt; dieser zweifellos sehr hohe Anteil kann sich jedoch auf die Gesamtverfassung der Hochlagenbestände nur in sehr geringem Umfang auswirken, da insgesamt nur 0,9 Prozent der Stämme oberhalb dieser Grenze von 60 cm BHD liegen.

Bei der Tanne erreichen die Anteile der Fäulestufe 4 etwas niedrigere, bei Buche etwas höhere Werte als bei der Fichte. Verhältnismäßig starker Fäulebefall ist beim Bergahorn festzustellen (Anteile der Stufe 4 im Durchmesserbereich zwischen 30 und 50 cm: 27 - 32 Prozent).

Eine Aufschlüsselung des von der Fäule betroffenen Materials nach den dazugehörigen Baumaltern mußte unterbleiben, da vor allem bei Fäulestufe 4 eine genaue Altersbestimmung nicht mehr möglich war.

7. Verjüngung

Insgesamt wurden auf den Probeflächen des Inventurgebiets ca. 26 000 Verjüngungspflanzen mit einer Wuchshöhe zwischen 20 und 129 cm (s. Abschn. 4.2.4) vorgefunden und aufgenommen. Die Ergebnisse der Auswertung dieses Datenmaterials werden in den folgenden Abschnitten mitgeteilt.

7.1 Durchschnittliche Dichte und Verteilung

Verjüngungselemente in den oben angegebenen Wuchshöhengrenzen waren auf insgesamt 829 Probekreisen (= ca. 90 Prozent der Probekreisanzahl "Holzboden") vorzufinden. Die Verjüngung stellt sich in den Hochlagen somit nahezu überall - wenn auch in sehr unterschiedlicher Dichte - ein. In 71 Prozent der Fälle war eine mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung von Bäumchen über die ganze Fläche festzustellen, eine ausgeprägte Trupp- bzw. Rottenbildung im Sinne von KUOCH, AMIET, 1970, ergab sich auf

27 Prozent der Flächen; kleinflächige Konzentrationen spielten dagegen nur eine untergeordnete Rolle.

Aus der Gesamtzahl der vorgefundenen Verjüngungspflanzen ergibt sich - umgerechnet auf Horizontalprojektion - eine zunächst noch wenig aussagekräftige, durchschnittliche Verjüngungszahl von rd. 560 Individuen pro Hektar.

Unterteilt man die vorgefundenen Verjüngungspflanzen dann grob nach ihrer Wuchshöhe, so ist festzuhalten, daß nur 18,6 Prozent eine Höhe von 75 cm erreicht oder überschritten haben. Alle anderen Individuen waren zwischen 20 und 74 cm groß.

7.2 Häufigkeit der Verjüngungsdichte

Ordnet man die Probekreise mit Jungwuchsanteil - also 829 Kreise - nach der Häufigkeit der Verjüngungsdichte pro Hektar, so ergibt sich folgende Verteilung (Tab.29):

Verjüngungszahlen pro Hektar	Prozentanteile der Probekreise				
	insgesamt	1300-1390m	1400-1490m	1500-1590m	1600 m und darüber
unter 500	64,2	44,5	62,7	75,8	83,3
500-1000	17,4	17,7	20,0	15,5	13,2
1000-2000	12,1	25,4	10,3	6,8	2,6
2000-3000	4,0	5,7	5,3	1,9	0,9
über 3000	2,3	6,7	1,7	0,0	0,0
Sa Probekreise mit Verjüngung Klammerwerte: absolute Anzahl	100,0 (829)	100,0 (209)	100,0 (300)	100,0 (206)	100,0 (114)

Tab.29: Häufigkeit der Verjüngungsdichte pro Hektar

Knapp zwei Drittel der Flächen weisen Verjüngungszahlen von unter 500 Pflanzen/ha auf. Diese Verjüngungsdichte muß als gering angesehen werden, wenn man bedenkt, daß der Anteil der in etwa gesicherten Verjüngung (Wuchshöhe 75 - 129 cm) im Durchschnitt nur 18,6 Prozent beträgt. Unterstellt man diesen Durchschnittswert, so bedeutet dies, daß auf 64 Prozent der Flächen pro Hektar weniger als 93 Bäumchen in dieser Wuchshöhe vorzufinden sind. 17,4 Prozent der einschlägigen Probekreise weisen eine Verjüngungsdichte zwischen 500 und 1000 Pflanzen/ha und 18,4 Prozent von über 1000/ha auf.

Bei einer getrennten Betrachtung der Höhenstufen (Tab.29) ist festzustellen, daß die geringe Dichteklasse (unter 500 Pflanzen/ha) in Lagen von 1300 - 1390 m nur auf 44,5 Prozent, im Bereich von 1600 m und darüber jedoch auf 83,3 Prozent der Aufnahmeflächen anzutreffen ist. Verjüngungszahlen von über 1000/ha finden sich im untersten Höhenbereich auf 37,8 Prozent, in den extremen Hochlagen dagegen nur auf 3,5 Prozent der Probekreise, während der Anteil der Verjüngungszahlen zwischen 500 und 1000/ha sich nicht wesentlich verändert (13,2 bis 20,0 Prozent). Aus diesem Zahlenvergleich ergibt sich somit, daß die Verjüngungsdichte mit zunehmender Meereshöhe stark abnimmt.

7.3 Anteile der Baumarten an der Verjüngung

Der bereits bei der Betrachtung der Stammzahlen in den untersten Durchmesserklassen festgestellte weitgehende Ausfall der wichtigen Mischbaumarten (Abschn. 6.4.4) läßt sich in vergleichbarem Ausmaß auch bei einer Gegenüberstellung der Baumartenanteile in der Verjüngung beobachten.

Baumart	Gesamt- zahl	Anteil- prozente	% Aufteilung nach Wuchshöhe	
			unter 75 cm Höhe	über 75 cm Höhe
Fichte	24068	92,68	80,71	19,29
Kiefer	0	0	0	0
Tanne	295	1,14	90,77	9,23
Lärche	164	0,63	72,31	27,69
Zirbe	56	0,22	79,79	20,21
Buche	537	2,07	90,48	9,52
Vogelbeere	455	1,75	94,19	5,81
Weide	180	0,69	86,74	13,26
Bergahorn	212	0,82	98,85	1,15
Verjüngung insges.	25967	100,00	81,40	18,60

Tab.30: Anteile der Baumarten an der Verjüngung

Die Fichte ist an der Gesamtzahl des Verjüngungskollektivs mit 92,68 Prozent erdrückend hoch beteiligt, während die in den Altbeständen des Hochlagenwaldes zahlreich vertretenen Mischbaumarten nur noch in minimalen Anteilen anzutreffen sind (Tanne 1,14 Prozent, Buche 2,07 Prozent, Bergahorn 0,82 Prozent). Die Kiefer ist in der Verjüngung überhaupt nicht mehr vorzufinden.

Selbst diese unbefriedigenden Verjüngungszahlen - für die Tanne beispielsweise sind es nur 295 Jungpflanzen - kamen nur dadurch zustande, daß - wie bei den Außenaufnahmen häufig festgestellt werden konnte - exponierte Kleinstandorte oder dichtes Latschengestrüpp den Bäumchen Schutz und damit eine Überlebenschance boten.

In Tab.31 ist am Beispiel der wichtigen Mischbaumart Tanne dargestellt, welche Anteile an der Verjüngung auf den einzelnen Höhenstufen und Expositionen erreicht werden.

Höhenstufe	Alle Expositionen	Sonnseiten	Schattseiten	Südseiten	Nordseiten
1300-1390 m	1,57	-	1,60	0,0	2,65
1400-1490 m	1,07	0,26	1,55	0,0	1,23
1500-1590 m	0,52	0,48	0,60	0,0	0,0
1600 m u. darüber	0,07	0,10	0,00	0,0	0,0

Tab.31: Beteiligungsprozente der Tanne an der Verjüngung

Wie nicht anders zu erwarten, tritt die Tanne mit zunehmender Höhenlage immer weiter zurück (Höhenstufe 1300-1390 m: 1,57 Prozent, Lagen über 1600 m: 0,07 Prozent). Ihre größte Beteiligung erreicht sie auf den reinen Nordseiten der Höhenstufe von 1300 - 1390 m (2,65 Prozent), während sie auf allen Südexpositionen gänzlich fehlt. Zu diesen Werten ist jedoch kritisch anzumerken, daß ihnen infolge der geringen Gesamtbeteiligung der Tanne am Verjüngungskollektiv (absolute Anzahl 295 Pflanzen) nur ein geringer Aussagewert zukommt. Die aufgezeigten Unterschiede können durch zufällige Konstellationen (beispielsweise höhere Anzahl von für Wild und Weidetier unzugänglichen Kleinstandorten) stark überlagert sein. Aus diesem Grund erscheint es auch nicht sinnvoll, die Beteiligung dieser Baumart noch detaillierter (z.B. nach Standortseinheiten) zu untersuchen.

Untergliedert man das Verjüngungskollektiv nochmals in Individuen mit einer Wuchshöhe von 75 - 129 cm und solche unter 75 cm (Tab.30), so nimmt die mangelnde Beteiligung der Mischbaumarten ein noch drastischeres Ausmaß an.

Während im Fall der Fichte fast 20 Prozent der Bäumchen eine Höhe von 75 cm und darüber erreicht haben, sind es im Fall der Tanne nur 9,23 Prozent. Dies bedeutet - in absoluten Zahlen ausgedrückt -, daß von den insgesamt 295 auf den Probeflächen vorgefundenen Tannen nur 27 höher als 75 cm sind.

Das neben der Kiefer extremste Beispiel des Ausfalls einer Baumart im Lauf des Verjüngungsgangs stellt der Bergahorn dar. Von den ohnehin nur spärlichen 212 Ahornbäumchen des Verjüngungskollektivs haben lediglich zwei eine Wuchshöhe von 75 cm und mehr erreicht.

7.4 Moderholzverjüngung

Nachstehend sind - getrennt nach Baumarten - die Anteile der auf vermodernden Bäumen oder Stöcken aufwachsenden Verjüngungspflanzen an der Gesamtzahl dargestellt:

Baumart	Prozent
Fichte	4,9
Tanne	1,1
Lärche	5,5
Zirbe	0,0
Buche	0,2
Ahorn	0,5
Vogelbeere	0,5

Der Anteil der Moderholzverjüngung ist im Untersuchungsgebiet sehr gering. Nur 4,9 Prozent der Fichten, 1,1 Prozent der Tannen und überraschenderweise 5,5 Prozent der Lärchen wachsen auf Moderholz. Bei den übrigen Baumarten ist diese Art der Verjüngung praktisch ohne Belang. Die geringe Bedeutung der Moderholzverjüngung für den untersuchten Raum ist darauf zurückzuführen, daß totes liegendes Material nur in geringem Umfang vorhanden ist (Abschn. 6.2.1).

Das Phänomen der Moderholzverjüngung wurde von EICHRODT, 1969, eingehend untersucht. Hiernach bietet Moderholz stärkerer Dimension durch die Vielfalt der möglichen Faktorenkombinationen generell vorteilhafte Voraussetzungen für die Entwicklung junger Nadelhölzer; hinzu kommt eine längere Schneefreiheit und eine Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse (Gräser, Hochstaudenfluren) zugunsten der Baumsämlinge.

7.5 Schäden an der Verjüngung

7.5.1 Verbißschäden

Verbißschäden wurden nur dann erfaßt, wenn eine wesentliche Beeinträchtigung der Entwicklungschancen der betreffenden Pflanze angenommen werden mußte (Abschn. 4.2.4).

Eine in dieser Weise definierte gravierende Schädigung wurde bei 11 Prozent aller Verjüngungspflanzen festgestellt (Tab.32).

Baumart	Insgesamt	Wuchshöhe	
		unter 75 cm	über 75 cm
Fichte	10,4	10,6	9,8
Tanne	23,5	23,8	20,7
Lärche	17,5	18,9	13,9
Zirbe	18,8	18,1	21,5
Buche	36,4	38,6	15,0
Vogelbeere	7,4	7,4	0,0
Weide	0,7	0,7	0,0
Bergahorn	4,7	4,8	0,0
Insgesamt	11,0	11,3	9,9

Tab.32: Prozentanteile der verbissenen Pflanzen

Wie aus Tab.32 weiter hervorgeht, liegt das Verbißprozent der Fichte bei 10,4. Bei der Tanne ist dieser Schaden mit 23,5 Prozent fast zweieinhalb mal so häufig wie bei der Fichte. Den stärksten Grad an Schädigung durch Verbiß weist die Buche mit 36,4 Prozent auf.

Die Tatsache, daß der Bergahorn nur zu 4,7 Prozent verbissen wurde, läßt nicht den Schluß zu, daß diese Baumart vom Wild und Weidetier verabscheut würde. Hierdurch wird eher die Behauptung erhärtet, daß es sich bei den wenigen vorgefundenen Ahornpflanzen um Exemplare handelt, die auf exponierten Kleinstandorten

oder in dichtem Latschengestrüpp für Weidetier und Wild nicht zugänglich waren.

Hinsichtlich der Verbißprozente von Tanne, Buche und Bergahorn gilt jedoch einschränkend, daß die im Vergleich zur Fichte sehr geringen absoluten Pflanzenzahlen die Aussagekraft dieser Werte herabsetzen.

Interessant ist, daß die Verbißprozente mit zunehmender Meereshöhe ansteigen. So ist beispielsweise die Fichte in der Höhenstufe von 1300 - 1390 m nur zu 6,5 Prozent verbissen, in Lagen über 1600 m sind es dagegen 20 Prozent (Tab.33).

Höhenstufe	Prozentanteil der verbissenen Pflanzen
1300-1390 m	6,5
1400-1490 m	11,6
1500-1590 m	15,3
1600 m u.darüber	20,0
Durchschnitt	10,4

Tab.33: Verbißprozente der Fichte
in den Höhenstufen

Der Anteil der verbissenen Pflanzen auf den einzelnen Probekreisen (Verbißintensität) schwankt sehr stark (Tab.34).

Von den 829 Probekreisen mit Verjüngung weisen 400, das sind 48,2 Prozent, keinen Verbiß mit wesentlicher Beeinträchtigung der Verjüngungspflanzen auf. 19,8 Prozent der Flächen wurden durch Verbiß nur in geringem Ausmaß in Mitleidenschaft gezogen, und in 18,4 Prozent der Fälle wurde mittlerer Verbiß festgestellt.

Der Anteil der Flächen, die durch Verbiß von mindestens 50 Prozent aller Verjüngungselemente stark geschädigt wurden, liegt bei 13,6 Prozent.

<i>Prozentanteil der Verbißpflanzen je Probekreis</i>	<i>Anzahl der Probekreise</i>	<i>Prozent</i>
<i>Verbißfrei (0 % verbissen)</i>	<i>400</i>	<i>48,2</i>
<i>geringer Verbiß (1-19 % verbissen)</i>	<i>164</i>	<i>19,8</i>
<i>mittlerer Verbiß (20-49 % verbissen)</i>	<i>152</i>	<i>18,4</i>
<i>starker Verbiß (50 % u. mehr verbissen)</i>	<i>113</i>	<i>13,6</i>
<i>Summe</i>	<i>829</i>	<i>100,0</i>

Tab.34: Verbißintensität

Als Verursacher des Verbisses kommen Großvieh, Schafe und Schalenwild in Frage. Im Rahmen dieser Untersuchung ist es nicht möglich, die Frage zu klären, welche dieser Verursachergruppen in welchem Umfang an der Entstehung der Verbißschäden beteiligt sind, da die ganze Hochlagenfläche mit Weiderechten belastet ist, die Waldweide - und dies gilt für Großvieh und Schafe - noch in beträchtlichem Umfang ausgeübt wird und die Schalenwildsdichte nicht gerade als gering angesehen werden kann. Eine Beantwortung dieser Frage wäre letztlich nur durch Forschungen experimenteller Art und durch längerfristige Beobachtung möglich.

Im übrigen ist nicht zu übersehen, daß mit der Angabe der Verbißprozente nur ein Teil des dem Wald durch Weidetiere und Schalenwild entstehenden Schadens erfaßt ist; die abgebissenen und völlig verschwundenen Pflanzen erscheinen in keiner Zusammenstellung.

7.5.2 Sonstige Schäden

Im Unterschied zu den Verbißschäden - der Schaden wurde für jede Einzelpflanze erhoben - wurden sonstige Schäden in der Verjüngung nur erfasst, wenn eine Beschädigung eines wesentlichen Teils des Probekreiskollektivs (mindestens 20 Prozent der Pflanzenzahl) vorlag. Im einzelnen wurde hierbei festgestellt:

<u>Art des Schadens</u>	<u>Anzahl der Probekreise</u>	<u>Prozent</u>
Schnees Schub (incl. Schneekriechen und Lawinen)	11	1,3
Mechanische Beschädigung durch Steinschlag	2	0,2
Biotische Schäden (Pilze, Insekten)	2	0,2
Fällungs- und Rückeschäden	-	-

Der Umfang dieser Schäden ist bei einer Gesamtbetrachtung äußerst gering. Nur vereinzelt trat Schneeschubschaden auf (1,3 Prozent). Hierbei wurden die Bäumchen z.T. samt Wurzelteller aus dem Boden gerissen oder zumindest umgedrückt. Der in zwei Fällen festgestellte Schaden biotischer Art ist auf Schneeschimmelbefall zurückzuführen.

Die geringe Häufigkeit massiver Schäden an der Verjüngung ist ein Beweis für die Widerstandsfähigkeit auch dieses Teiles der Bestockung gegen die mannigfaltigen Unbilden der Hochlagen.

7.6 Einfluß der Waldweide auf die Verjüngung

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob das Einstellen der Weidetätigkeit irgendwelche positiven Auswirkungen auf Dichte und Mischbaumartenanteile der Verjüngung sowie auf die Höhe des Verbißschadens hat. Hierbei ergab sich jedoch die Schwierigkeit, daß genaue Aufzeichnungen darüber, wann an einem bestimmten Ort die Weidetätigkeit eingestellt wurde, nicht existieren, so daß der Sachverhalt nur für einen Zeitraum von 20 Jahren aus der Erinnerung der dort am längsten tätigen Forstbeamten einigermaßen sicher rekonstruiert werden konnte.

Auf den seit 20 Jahren nicht mehr beweideten Flächen ergaben sich bei der Auswertung keine höheren Verjüngungsdichten oder günstigeren Mischbaumartenanteile und auch keine geringeren Verbißprozente als auf den Teilen, die heute noch beweidet werden. Der verhältnismäßig kurze Zeitraum von 20 Jahren scheint demnach nicht auszureichen, um bereits irgendeinen positiven Effekt in der Verjüngung von 20 cm Wuchshöhe erkennen zu lassen. Es ist jedoch auch denkbar, daß eine durch die Einstellung der Waldweide eingetretene günstige Veränderung durch eine Zunahme der Schalenwildbestände kompensiert wurde.

7.7 Zusammenfassende Beurteilung der Verjüngung

Aufgrund der Inventurergebnisse und der Beobachtungen bei den Außenaufnahmen läßt sich die Verjüngung nach Dichte, Zusammensetzung und Zustand zusammenfassend folgendermaßen beurteilen:

- Der Regenerationsmechanismus kann von der Ausgangslage der Altbestände her als funktionsfähig angesehen werden, und zwar im Hinblick auf alle Baumarten.

- Die Verjüngung kommt - wenn auch vielfach sehr zögernd - auf nahezu allen Flächen an; die Verjüngungsdichte ist hierbei jedoch sehr unterschiedlich.
- Wie Beobachtungen während der Außenaufnahmen zeigten, ist das vielfach in der Grasflora versteckte Verjüngungsmaterial im ersten Entwicklungsstadium erstaunlich zahlreich. Bereits bei sehr geringen Wuchshöhen findet jedoch offensichtlich eine sehr starke Reduzierung der Individuenzahl statt. Diese Reduktion bewirkt, daß in dem von der Inventur erfaßten Meßbereich verhältnismäßig geringe Pflanzenzahlen vorgefunden wurden. Innerhalb des Wuchshöhenbereichs von 20 bis 129 cm schreitet dieser Reduktionsprozeß in der Weise fort, daß nicht einmal ein Fünftel der erfaßten Pflanzenmenge eine Höhe von 75 bis 129 cm erreicht. Dies hat zur Folge, daß auf etwa zwei Drittel der Flächen weniger als 93 Bäumchen/ha dieser Größe vorhanden sind; somit dürfte der Jungwuchs - soweit er als einigermaßen gesichert angesehen werden kann - zahlenmäßig auf sehr vielen Flächen nicht ausreichen, um eine kontinuierliche Entwicklung zu vollbestockten Nachfolgebeständen zu gewährleisten.
- Die mitgeteilten Befunde über die Baumartenanteile in der Verjüngung lassen erkennen, daß in Zukunft mit einer nennenswerten Beteiligung der Mischbaumarten an der Zusammensetzung des Hochlagenwaldes - gleichbleibende Entwicklungstendenz vorausgesetzt - nicht mehr gerechnet werden kann. Die Entwicklung zur Fichtenreinbestockung des gesamten Hochlagenbereichs zeichnet sich klar ab.
- Der Zustand der vorgefundenen Verjüngung muß überwiegend positiv beurteilt werden; die festgestellten Verbißschäden geben jedoch zu Bedenken Anlaß, zumal hiervon die Mischbaumarten Tanne und Buche besonders betroffen sind.

7.8 Ursachen

Eine Erforschung der Ursachen des zögernden Verjüngungsganges und der dort zu beobachtenden Baumartenentmischung ist nur auf experimenteller Basis möglich. Derartige Untersuchungen konnten im Rahmen dieses Inventurprojekts nicht durchgeführt werden. Bei der Frage nach den Gründen für diese Entwicklung muß deshalb auf Beobachtungen während der Außenaufnahmen und auf Hinweise in der einschlägigen Literatur zurückgegriffen werden. Im Hinblick auf die Publikationen ergibt sich jedoch die Schwierigkeit, daß es sich bei den wenigen bisher durchgeführten Untersuchungen zur Verjüngungsökologie leider meist um kurzfristige Beobachtungen handelt, "so daß die Vergleichbarkeit der Ergebnisse oft in Frage gestellt erscheint" (ZUKRIGL et al., 1963).

Bereits im Jahr 1910 versuchte BAVIER in Beantwortung der forstlichen Preisfrage: "Welches sind die Ursachen des so häufigen Fehlens der natürlichen Verjüngung in alten Fichtenbeständen hoher Lagen, und wie kann dieser ungünstige Zustand beseitigt werden? Wie sind solche Bestände inskünftig zu behandeln?" dieses Problem einer Lösung näherzubringen und weitere Forschungen anzuregen. Leider sind seither auf diesem Gebiet jedoch nur wenig Fortschritte zu verzeichnen. Dies mag darin begründet sein, daß es sich bei dem im gesamten Gebirgsraum zu beobachtenden Verjüngungsdefizit der hochgelegenen Fichtenbestände um einen sehr komplexen Vorgang handelt. Folgende Ursachen und Einflüsse sind hierbei denkbar:

Hohe natürliche Mortalität des Jungwuchses

Die vor allem in Naturverjüngungen generell zu beobachtende Abnahme der Individuenzahl mit zunehmendem Alter bzw. zunehmender Wuchshöhe ist in den Hochlagen der Gebirge infolge der Ungunst der dort herrschenden Lebensbedingungen besonders ausgeprägt. Nach FISCHER, 1966, wird die "Last des Kampfes um das Areal in diesen Höhenlagen nicht nur von der Baumgesellschaft, sondern in hohem Maße auch vom Individuum getragen". Auf die hohe Sterbequote des Jungwuchses im natürlichen Fichtenwald Scatlè weist HILLGARTER, 1971, hin. So fallen dort bis zum 10. Lebensjahr ca. 80 Prozent und bis zur Erreichung einer Wuchshöhe von 50 cm weitere 10 Prozent eines Jahrgangs aus.

Konkurrenz der Bodenvegetation

Wenn auch detaillierte verjüngungsökologische Untersuchungen einschließlich der Biomassenerhebungen für den Hochlagenbereich fehlen, so entspricht es doch allgemeinen praktischen Erfahrungen, daß eine dichte Gras- und Krautflora die Verjüngungsbereitschaft und das Aufwachsen der ankommenden Verjüngung stark erschwert. Die im Untersuchungsgebiet festgestellten hohen Bedeckungsprozente der Bodenvegetation (Abschn. 5.3.1) haben deshalb sicher einen sehr nachteiligen Einfluß; diese wiederum sind eine Folge des geringen Dichtstandes des Hochlagenwaldes.

Schlußgrad des Altbestandes

Eine starke Schlußunterbrechung des Altbestandes führt zu einer Vergrasung der Flächen und damit zu einer Beeinträchtigung der Verjüngung durch die Konkurrenz der Bodenvegetation. Im anderen Extremfall, in geschlossenen Beständen, hat der Jungwuchs infolge der geringen Lichtzufuhr allenfalls eine vorübergehende Lebenschance. Nach den Beobachtungen MAYERS et al., 1972, liegt das Verjüngungsoptimum bei einer Beschirmung von 75 bis 90 Prozent.

Waldweide

Die schädlichen Auswirkungen der Waldweide bestehen vor allem in einer permanenten Reduzierung des Verjüngungspotentials. BAVIER, 1910, wies darauf hin, daß die in Gras und Kräutern versteckten Baumsämlinge vom Weidevieh zusammen mit diesen abgeweidet werden. MAGIN, 1949, kam zu dem Ergebnis, daß auf beweideten Flächen der Anteil der natürlichen Verjüngung - es handelte sich größtenteils um Buche - nur 17 Prozent gegenüber dem der unbeweideten Vergleichsflächen betrug.

Neben der flächigen Reduktion des in der Bodenvegetation versteckten Verjüngungsmaterials und dem hinsichtlich des Laubholzes und der Tanne stark selektiven Verbiß wirkt sich auch der Tritt des Weideviehs durch direkte Beschädigung der Pflanzen und Bodenverdichtung negativ aus.

Verbiß durch Schalenwild

Überhöhte Schalenwildbestände führen zu einer bedeutenden Beeinträchtigung der Verjüngungsfähigkeit des Gebirgswaldes; sie werden dadurch zu einem entscheidenden waldbaulichen Faktor. Eine Zusammenstellung der zu dieser Frage erschienenen Literatur findet sich bei MAYER, 1973.

Aufgrund der Beobachtungen während der Außenaufnahmen und nach den in der Literatur mitgeteilten Befunden ist anzunehmen, daß das Verjüngungsdefizit der Hochlagen und die dort festzustellende Entmischung der Bestände auf einen Komplex von Faktoren zurückzuführen ist. Eine starke Konkurrenz der Bodenvegetation, intensive Waldweide und hohe Schalenwildichten dürften als die entscheidenden Einflußgrößen anzusehen sein.

8. Bodenschäden

Bei den Böden des Untersuchungsgebiets handelt es sich überwiegend um hochempfindliche Humuscarbonatböden, deren Tonmineralanreicherung und Humusaufbau (GRACANIN, 1970) äußerst lange Zeiträume in Anspruch nehmen. Böden dieser Art reagieren besonders leicht auf schädigende Einwirkungen. Nirgends ist jedoch eine Beschädigung des Bodens so schwerwiegend wie gerade auf diesen Standorten, da die einmal verlorengegangene Ton- und Humussubstanz nur äußerst langsam durch Neubildung ersetzt wird und deshalb in einem überschaubaren Zeitraum mit einem Ausheilen von Schäden nicht gerechnet werden kann.

Die Klassifizierung der im Untersuchungsgebiet festgestellten Bodenschäden erfolgte auf der Grundlage der von LAATSCH, GROTTENTHALER, 1972, erarbeiteten Ausscheidung von Typen der Massenverlagerung. Hierbei wurden die in den Hochlagen des Werdenfelser Landes vorzufindenden Massenverlagerungserscheinungen zu 5 Gruppen zusammengefaßt, deren Ausscheidung im Gelände auch nicht speziell eingearbeiteten Aufnahmekräften keine Schwierigkeiten bereitet:

1. Hangabtrag durch Schnee- und Wassererosion
2. Bodenschäden durch Weidetiere (Narbenversatz)
3. Erd- oder Felsrutsch
4. Massensturz
5. Abschürfen des Bodens durch Ernteholz und Schlepper.

8.1 Hangabtrag durch Schnee- und Wassererosion

8.1.1 Entstehung und Schadensbild

Schnee und Wasser verursachen gefährliche Bodenschäden. Bei Feststellung eines Schadens im Gelände ist es nicht in jedem Fall möglich, die primäre Ursache eindeutig zu erkennen, so daß die Hangabtragerscheinungen durch Schneeschurf und die Erosionsschäden durch die Flächenspülung des Regenwassers zu einer Schadensgruppe zusammengefaßt wurden.

8.1.1.1 Hangabtrag durch Schnee-Erosion (Schneeschurf)

In geneigtem Gelände erfolgt in Abhängigkeit vom Gefälle bei der Setzung der Schneedecke auch eine oberflächenparallele Verlagerung der einzelnen Schneepartikel. Diese langsame kontinuierliche Hangabbewegung wird "Schneekriechen" genannt (WILHELM, 1975). Zu den Kriechbewegungen kommen bei einer Schneedecke an bevorzugten Schmierhorizonten - Harschflächen, Schwimmschneeschichten, glatte Bodenoberfläche wie z.B. Grasnarbe - auch langsame Gleitvorgänge. Der hierdurch von der Schneedecke auf ihrer Unterlage zurückgelegte Weg kann nach IN DER GRAND - zit. n. LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973, - pro Tag kürzer als 1 cm sein und höchstens wenige Meter betragen.

Starkes, anhaltendes Gleiten führt, insbesondere an Hangkanten, zum Aufreißen der Schneedecke und eventuell zum plötzlichen Abrutschen eines Schneebretts auf dem Boden bzw. seiner Grasnarbe (Gleitschneerutsch). Plötzliche Gleitschneerutsche mit einer Länge von über 50 m werden als Lawinen bezeichnet (HAEFELI u. QUERVAIN, zit. n. LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973). Der durch diese Schneebewegungen verursachte Bodenschaden besteht darin, daß die Oberfläche an unebenen Stellen oder bei Vorliegen einer bestimmten Rauigkeit aufgeschürft wird. Neben Faktoren wie Höhenlage, Exposition, Hanglänge und -stufung hat die Vegetationsform einen entscheidenden Einfluß auf das Entstehen dieser Schäden (LAATSCH, 1975).

Ein dichter und stufig aufgebauter Wald bietet den besten Schutz vor Schneeschurf- und Lawinenschäden (LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973). Latschenbewuchs ist - vor allem bei mosaikartiger Verteilung - gut in der Lage, Gleitschneevorgänge zu verhindern.

Die Wirkung einer dichten Grasnarbe ist nach LAATSCH, 1975, eine zweifache. Zum einen wird der darunterliegende Boden durch die Grasdecke gut geschützt. Das am Boden liegende Gras gleicht die kleineren Unebenheiten aus, bildet eine nasse, glatte Decke mit minimalem Reibungskoeffizienten, so daß sich kaum Ansatzpunkte für Schneeschurf ergeben. Gleichzeitig jedoch erhöht eben dieser geringe Reibungswiderstand die Gefahr, daß der Schnee in Gleitbewegung gerät.

Gleitschneebewegungen sind weitgehend unbedenklich, solange sie sich ausschließlich auf waldfernen, vergrasten Hängen ohne

"Viehgangln" abspielen und eine Gefährdung der darunterliegenden Waldflächen, Siedlungen und Bauwerke nicht eintritt. Befinden sich vergraste Hänge jedoch - wie dies oft der Fall ist - in Waldnähe, so kommt auf ihnen meist vereinzelter Fichtenanflug vor. Diese Einzelpflanzen sind im allgemeinen nicht zahlreich genug, um die Gleitbewegungen zu verhindern; die Bäumchen werden samt Wurzelwerk durch den Druck der gleitenden Schneedecke herausgerissen, und die hierdurch geschaffenen Bodenverwundungen stellen gefährliche Ansatzpunkte für weiteren Schneeschurf und Wassererosion dar (LAATSCH, 1974).

Es ist anzunehmen, daß sich dieser Vorgang auch auf größeren Lücken in einer sonst intakten Waldbestockung abspielt. Bisher ist jedoch noch nicht untersucht worden, von welcher Flächengröße der Bestandeslücke an - differenziert nach Neigungsklassen, meteorologischen Kenndaten und Beschaffenheit der Bodenoberfläche - ein Gleiten der Schneedecke einsetzt.

8.1.1.2 Hangabtrag durch Wassererosion

Trotz der hohen Niederschlagsmenge im Untersuchungsgebiet (Abschn. 2.2.2) dürfte die Flächenspülung durch Regenwasser als primäres bodenschädigendes Ereignis hinter den Schneeschurfschäden zurücktreten. Wassererosion verstärkt jedoch die Wirkung des Schneeschurfs durch Ausschwemmung des Feinerdeanteils aus den Schurfflächen ganz erheblich.

8.1.2 Vorkommen der Hangabtragsschäden durch Schnee- und Wassererosion im Untersuchungsgebiet

8.1.2.1 Häufigkeit

Bei den Außenaufnahmen wurden insgesamt 77 Probekreise vorgefunden, bei denen der Verlust oder die Beschädigung des Oberbodens infolge Schnee- oder Wassererosion eine Fläche von 2 qm überschritt (s. Abschn. 4.2.2). Von diesen 77 Probekreisen fielen 17 Flächen in den Bereich von Gräben und Rinnen - in Gebieten mit hohen Massenerhebungen ein ganz natürlicher Vorgang, da die großen Niederschlagsmengen und vor allem das Schmelzwasser im Frühjahr bevorzugt an den gleichen topographisch vorgegebenen Stellen abfließen. Nachdem im Graben- und Bachbereich meist keine oder nur eine schütterere Bestockung vorzufinden und die Herleitung irgendwelcher Beziehungen nicht sinnvoll ist, bleiben diese Flächen aus der weiteren Betrachtung ausgeklammert.

Die verbliebenen 60 Probekreise mit Hangabtragerscheinungen außerhalb des Graben- und Bachbereichs ergeben - bezogen auf

die Gesamtzahl der Probekreise - einen Anteil von 6,4 Prozent. Dies ist zwar nicht gleichzusetzen mit einem entsprechenden Anteil an der Gesamtfläche, da immer nur ein Teil der Probekreisfläche - meist unter 25 Prozent - tatsächlich geschädigt war. Trotzdem aber sind die in dieser Häufigkeit vorkommenden Schäden bedenklich, denn die Gefahr eines beschleunigten Fortschreitens dieses Prozesses ist bei der gegebenen Höhenlage und der Steilheit des Geländes nicht auszuschließen.

8.1.2.2 Verteilung der geschädigten Flächen auf Höhenstufen und Neigungsgrade

Betrachtet man die ermittelten Schadensflächen in ihrer Verteilung auf die Höhenstufen, so ergibt sich folgendes Bild (Tab.35):

Höhenstufe	Schadensflächen		Häufigkeit des Vorkommens der Höhenstufen in Prozent
	Anzahl	Prozent	
1300-1390	13	21,7	24,5
1400-1490	17	28,3	37,0
1500-1590	20	33,3	25,4
1600 m u. darüber	10	16,7	13,1
Alle Höhenstufen	60	100,0	100,0

Tab.35: Verteilung der Probekreise mit Bodenschäden durch Schnee- und Wassererosion auf die Höhenstufen

Die Erosionsflächen kommen auf allen Höhenstufen vor, sind jedoch unter 1500 m Seehöhe unterdurchschnittlich und in Lagen oberhalb dieses Höhenwerts überdurchschnittlich vertreten. Eine

besondere Häufung in bestimmten Expositionen ist aus dem vorliegenden Material nicht abzulesen; eine entsprechende Aufstellung wird deshalb nicht vorgelegt.

Hangneigung	Schadensflächen		Häufigkeit des Vorkommens der Neigungsklassen in Prozent
	Anzahl	Prozent	
0°-14°	-	-	8,3
15°-29°	9	15,0	36,6
30°-44°	51	85,0	53,6
45° u. darüber	-	-	1,5
Alle Neigungsgrade	60	100,0	100,0

Tab.36: Verteilung der Probekreise mit Bodenschäden durch Schnee- und Wassererosion auf Neigungsklassen

Bei einer Differenzierung der geschädigten Probekreise nach der Geländeneigung (Tab.36) zeigt sich klar, daß die überwiegende Mehrheit der Flächen (85 Prozent) eine Hangneigung von 30° und darüber aufweist. Dies ist eine nochmalige Bestätigung der Forschungsergebnisse von LAATSCH, der für Gleitschneevorgänge eine Neigung zwischen 30 und 40° als am gefährlichsten ansieht. Unter 15° Neigung kommen Erosionsschäden nicht, zwischen 15 und 29° nur selten vor.

8.1.2.3 Dichte der Bodenvegetation auf den geschädigten Flächen

Schlüsselt man die geschädigten Probekreise schließlich noch nach den Bedeckungsprozenten ihrer Bodenvegetation auf, so ergibt sich folgendes Bild:

<u>Bedeckungsprozent der Bodenvegetation</u>	<u>Anteile (Prozent)</u>
unter 50	0
50 - 74	20
75 - 100	80
	100

80 Prozent der Schadensflächen wurden in einem Gelände gefunden, das zu 75 bis 100 Prozent mit Bodenvegetation bedeckt war. Die restlichen 20 Prozent der Bodenschäden traten bei Bedeckungsprozenten der Vegetation zwischen 50 und 74 auf. Ist die Bodenoberfläche zu weniger als 50 Prozent bedeckt, so ist dies im Untersuchungsgebiet gleichbedeutend mit sehr hohen Bestockungsdichten; Erosionsschäden kommen dort nicht vor.

Hieraus kann die Folgerung gezogen werden, daß im untersuchten Raum selbst eine dichte Bodenvegetation nicht in der Lage ist, Entstehung oder Fortschreiten des Hangabtrags durch Schnee- und Wassererosion zu verhindern, wenn hierfür die Ansatzpunkte beispielsweise durch Herausreißen junger Fichtenpflanzen infolge Gleitschneebewegung oder durch umfangreichen Weidetritt geschaffen werden.

8.1.2.4 Dichte der Bestockung auf den geschädigten Flächen

Es besteht in der Literatur grundsätzlich Übereinstimmung, daß eine geringe Bestockungsdichte bei entsprechender Disposition der Flächen - insbesondere bei großer Hangneigung - das Auftreten von Hangabtragerscheinungen durch Schnee- und Wassererosion stark begünstigt. Eine Quantifizierung dieser Zusammenhänge auf wissenschaftlicher Basis ist jedoch bislang nicht erfolgt.

Bei der Interpretation des Materials der Hochlageninventur ergibt sich für die Herleitung von Beziehungen zwischen den Kenngrößen des Probekreises und den Erosionserscheinungen die Schwierig-

rigkeit, daß nicht nur der Zustand der Bestockung auf dem Probekreis selbst, sondern verschiedene Faktoren in den darüberliegenden Hangteilen für das Schadensereignis bestimmend sein können. Eine Stichprobenuntersuchung ist somit - was diese Frage anbelangt - zur Herleitung allgemeiner Zusammenhänge nicht geeignet; dies ist nur durch eine Kartierung und damit flächige Erfassung der von LAATSCH, 1975, aufgestellten Kriterien und Faktoren möglich, wobei auch hierfür ein Verfahren erst noch entwickelt werden müßte.

Trotz dieser in der Aufnahmemethode liegenden Unsicherheiten soll versucht werden, das vorliegende Material mit einiger Vorsicht zu interpretieren, da angenommen werden kann, daß in den Hochlagen nicht allzu oft ein sprunghafter Wechsel in der Bestandesverfassung eintritt und somit die Übergänge zwischen der Bestockung des Probekreises selbst und dem umgebenden Bestand in der Regel fließend sind. Unter dieser begrenzenden Voraussetzung wird in der Folge eine Vorstellung darüber erarbeitet, welche Dichte eine Waldbestockung aufweisen muß, um gegen Schnee- und Wassererosion Sicherheit zu bieten. Als Dichtemaß der Bestockung wurde die Grundfläche gewählt und durch Berechnungen festgestellt, von welchem Minimalwert an keine Schäden mehr auftreten und inwieweit die Erosionserscheinungen mit abnehmender Grundfläche ansteigen. Hierbei blieben alle übrigen Kriterien der Bestockung, die Reliefgestaltung und die Situation auf den darüberliegenden Hangteilen, die Eigenschaften der Bodenoberfläche und die meteorologischen Kenngrößen unberücksichtigt, so daß das Rechenergebnis keinerlei Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben kann und letztlich nur eine Aussage über die Beziehung zweier Faktoren zueinander - Bestockungsdichte und Erosionschäden - liefert.

Bei den Berechnungen mußten Probekreise, deren Bestockung überwiegend aus Verjüngung oder Jungwuchs bestand und die sich durch Grundflächenangaben nicht charakterisieren ließen, vorweg ausgesondert werden. Es wurde zunächst von der Annahme ausgegangen, daß in "Jungbeständen" Stammzahlen von über 2000/ha und in der

Verjüngung Pflanzenzahlen von über 3000 Individuen/ha im allgemeinen ausreichen, um Erosionsschäden zu verhindern. Diese Annahme wurde durch einschlägige Berechnungen bestätigt. Allerdings muß hierzu bemerkt werden, daß wegen der geringen Anzahl der diesbezüglichen Probekreise (Stammzahl über 2000/ha : 36 Flächen, Verjüngungszahl über 3000/ha : 5 Flächen) dieses Ergebnis keinesfalls verallgemeinert werden darf.

Nimmt man nach Ausscheidung aller Probekreise, die diese Minimalwerte der Stammzahl und der Verjüngung überschreiten, die Grundfläche als Maß für die Schutzwirkung des Waldes gegen Hangabtrag durch Schnee- und Wassererosion, so stellt man fest, daß vor allem auf Flächen mit großer Hangneigung erst bei einem Wert von $40 \text{ m}^2/\text{ha}$ und darüber keine Schäden mehr auftreten (Tab.37).

<i>Stufen der Grund- fläche (m^2/ha)</i>	<i>Probekreise mit Schnee- und Wasser- erosion</i>	<i>Prozent</i>	<i>Gesamt- verteilung der Grund- flächen- stufen</i>	<i>Prozentanteil der ge- schädigten Probekreise an der Gesamtzahl je Grundflächen- stufe</i>
<i>unter 5</i>	<i>12</i>	<i>20,0</i>	<i>7,6</i>	<i>17,4</i>
<i>5 - 10</i>	<i>8</i>	<i>13,3</i>	<i>8,3</i>	<i>10,5</i>
<i>10 - 20</i>	<i>14</i>	<i>23,3</i>	<i>22,5</i>	<i>6,8</i>
<i>20 - 40</i>	<i>26</i>	<i>43,4</i>	<i>42,1</i>	<i>6,7</i>
<i>40 u. darüb.</i>	<i>0</i>	<i>0,0</i>	<i>19,5</i>	<i>0,0</i>
<i>insgesamt</i>	<i>60</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>-</i>

Tab.37: Verteilung der Probekreise mit Bodenschäden durch Schnee- und Wassererosion auf die Stufen der Grundfläche

Wie aus dieser Tabelle weiter hervorgeht, sind die Schadensereignisse in der Grundflächenstufe unter $5 \text{ m}^2/\text{ha}$ und in der Stufe von $5 - 10 \text{ m}^2/\text{ha}$ überdurchschnittlich häufig vertreten. So nimmt die Stufe unter $5 \text{ m}^2/\text{ha}$ nur einen Anteil von 7,6 Prozent an der Gesamtzahl der Probekreise ein, auf sie treffen jedoch 20 Prozent der geschädigten Flächen. Insgesamt sind 17,4 Prozent aller Probeflächen mit Grundflächenwerten unter $5 \text{ m}^2/\text{ha}$ von der Erosion betroffen, während oberhalb der Schwelle von $10 \text{ m}^2/\text{ha}$ die durchschnittliche Schadenshäufigkeit unter 7 Prozent liegt.

Trotz aller Einschränkungen, die hinsichtlich der Aussagefähigkeit dieser Berechnungen zu gelten haben, dürfte doch als wesentliches Ergebnis feststehen, daß bei großen Hangneigungen erst sehr hohe Bestockungsdichten einen vollständigen Schutz gegen Hangabtrag durch Schnee- und Wassererosion darstellen. Darüber hinaus bestätigen diese Zahlen die Untersuchungsergebnisse LAATSCHs, daß eine geringe Bestockungsdichte bei entsprechenden Neigungsgraden das Entstehen von Schnee- und Wassererosionsschäden stark begünstigt.

8.2 Bodenschäden durch Weidetiere (Narbenversatz)

8.2.1 Charakterisierung

Die durch den Tritt des Weidetiers entstehenden Bodenschäden wurden bereits um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts in ihrer Gefährlichkeit erkannt und beschrieben (KERNER v. MARI-LAUN, 1867). In neuester Zeit hat LAATSCH sich mit der Frage der Trittschäden durch Weidevieh eingehend befaßt. Von der Definition her verstehen LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973, unter Narbenversatz das talseitige Abschieben von Teilen der Grasnarbe durch Viehtritt sowie das Durchtreten der Narbe auf weichen Böden. Eine übermäßige Beweidung von Hangflächen führt zum Einschneiden parallel laufender Viehtrittwege ("Viehgangln"). Wie LAATSCH, GROTTENTHALER, 1972, beschreiben, führt der Schub der Tierhufe bei nasser Witterung zum Ausbrechen einzelner Stücke aus den kompakten Gangln. Auf solchen vegetationslos gewordenen Plätzen präparierten heftige Regengüsse das steinige Bodenskelett durch ihre Spülwirkung heraus. Regen und Weidetiere arbeiten jetzt gemeinsam. Durch ihre Spül- und Schurfarbeit wird die Bodenkrume auf immer größeren Flächen allmählich

abgeschält. Steile Ränge können auf diese Weise in verhältnismäßig kurzer Zeit ihre Bodenkrume verlieren. Hierbei sind die Rendzinen reiner Kalkgesteine und Dolomite besonders leicht erodierbar, weil sie wegen ihres geringen Tongehalts nur eine sehr kleine Kohäsion besitzen.

Primäre Ursache für diese Schadensform ist somit der Tritt des Weidetiers und nicht etwa ein Mangel an Waldbestockung. Indirekt begünstigt jedoch eine geringe Bestockungsdichte das Entstehen von Narbenversatz, da in einem verlichteten Wald meist viel Gras vorzufinden ist, wodurch das Vieh stärker angezogen wird. Man könnte hier beinahe von einem positiven Regelkreis sprechen: Die Weidetiere sorgen dafür, daß kein Jungwuchs aufkommt; der Wald wird dadurch lichter, die Auflichtung hat eine stärkere Konzentration des Weideviehs und diese immer größere Schäden zur Folge.

Primärschäden durch Narbenversatz sind oft die Ansatzstellen für die Erosionstätigkeit der gleitenden Schneedecke sowie für die Flächenspülung des Regenwassers. LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973, wiesen darauf hin, daß "Viehgangln" unter bestimmten Voraussetzungen - steiler, glatter Oberhang - gute Ansatzpunkte für die Schurfarbeit des Schnees darstellen.

Bei der Begutachtung von Bodenschäden im Gelände ist das Primärereignis nicht mehr in jedem Fall eindeutig festzustellen. Es kann jedoch aufgrund der örtlichen Beobachtungen - direktes Aneinandergrenzen von Weidetritt- und Schneeschurfflächen - von der Annahme ausgegangen werden, daß ein nicht unwesentlicher Teil der Schnee- und Wassererosionsschäden seine Ursache in einem vorausgegangenen Trittschaden durch Weidetiere hat.

8.2.2 Häufigkeit und Verteilung von Bodenschäden durch Narbenversatz im Untersuchungsgebiet

Durch Weidevieh hervorgerufene Narbenversatzschäden wurden auf insgesamt 62 Probeflächen (= 6,7 Prozent der Gesamtzahl) festgestellt. Die Flächen sind um die Almen leicht gehäuft, im übrigen jedoch über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt. Betroffen hiervon sind alle Bestände bis zu einer Grundfläche von $40 \text{ m}^2/\text{ha}$ etwa in der Häufigkeit ihres Vorkommens (Tab. 38).

Ab $40 \text{ m}^2/\text{ha}$ werden die Flächen wegen der hohen Bestandesdichte und der geringen Grasqualität vom Vieh sicher nur ungern aufgesucht, so daß auch der Anteil der geschädigten Flächen sehr gering ist.

Grundfläche (m ² /ha)	Schadenflächen Narbenversatz		Häufigkeit des Vorkommens d Grundflächenstufen in Prozent
	Anzahl	Prozent	
unter 5	6	9,7	7,6
5 - 10	5	8,1	8,3
10 - 20	18	29,0	22,5
20 - 40	31	50,0	42,1
40 u. darüber	2	3,2	19,5
insgesamt	62	100,0	100,0

Tab.38: Verteilung der Probekreise mit Bodenschäden durch Narbenversatz auf die Stufen der Grundfläche

Narbenversatzflächen sind in allen Höhenstufen vorzufinden (Tab.39). In Lagen von 1600 m aufwärts sind sie jedoch im Verhältnis zur Gesamtzahl der Probekreise dieser Höhenstufe überproportional stark vertreten. Auffallend ist, daß die durch Weidetritt in Mitleidenschaft gezogenen Flächen auf den Schattseiten und in der Ebene (unter 10° Neigung) - wenn man sie mit der jeweiligen Gesamtzahl vergleicht - unverhältnismäßig häufig aufgetreten sind. Dies dürfte seine Erklärung darin finden, daß die Böden auf Schattseiten und in der Ebene infolge der durchschnittlich höheren Feuchtigkeit und der größeren Humusaufgaben empfindlicher sind als die mit harten Grasnarben versehenen Standorte der Sonnseiten.

HÖHENSTUFE	ALLE EXPOSITIONEN		SONNENSEITEN		SCHATTSEITEN		EBENE	
	ANZAHL	PROZENT	ANZAHL	PROZENT	ANZAHL	PROZENT	ANZAHL	PROZENT
1300-1390 m	12	19,4 (24,5)	-	- (7,1)	12	100,0 (91,1)	-	- (1,8)
1400-1490 m	16	25,8 (37,0)	4	25,0 (46,4)	10	62,5 (50,9)	2	12,5 (2,7)
1500-1590 m	17	27,4 (25,4)	3	17,6 (50,4)	12	70,6 (44,4)	2	11,8 (5,2)
1600 m u darüb.	17	27,4 (13,1)	5	29,4 (61,7)	9	53,0 (35,0)	3	17,6 (3,3)
Alle Höhenstufen	62	100,0	12	19,3 (39,8)	43	69,4 (57,0)	7	11,3 (3,2)

Tab.39: Verteilung der Probekreise mit Narben-
versatz auf die Höhenstufen und
Expositionen;
Klammerwerte: Gesamtverteilung

Tab.40 zeigt, daß die Narbenversatzflächen zwar in der Nei-
gungsklasse von 15 bis 29° am stärksten vertreten sind, jedoch
auch bei einer Hangneigung von 30° und darüber (Maximum 39°)
noch häufig vorkommen.

Neigungsklassen (Grad)	Schadenstflächen Narbenversatz		Häufigkeit des Vorkommens der Neigungsklassen in Prozent
	Anzahl	Prozent	
0° - 14°	9	14,5	8,3
15° - 29°	29	46,8	36,6
30° u. darüber	24	38,7	55,1
insgesamt	62	100,0	100,0

Tab.40: Verteilung der Probekreise mit
Narbenversatz auf Neigungsklassen

8.3 Erd- oder Felsrutsch

LAATSCH, GROTENTHALER, 1972, definieren als "Rutsch" eine "direkt wahrnehmbare, aus einem Scherbruch hervorgehende Gleitbewegung von Erd- und Felsmassen". Finden diese Bewegungen in Lockermassen statt, so spricht man von einem Erdrutsch; gleiten feste Gesteine ab, liegt ein Felsrutsch vor.

Erd- oder Felsrutsche kleineren Ausmaßes wurden auf insgesamt 15 Probekreisen festgestellt. Erscheinungen dieser Art sind bei der Hochlagentopographie als etwas Normales anzusehen. Im übrigen verhindert das Vorhandensein überwiegend stabiler geologischer Formationen, daß diese Erd- oder Felsrutsche im Untersuchungsgebiet eine größere Bedeutung erlangen.

8.4 Massensturz (Steinschlag, Felssturz)

Unter diesem Begriff verstehen LAATSCH, GROTTENTHALER, 1972, "jede am Steilhang ablaufende, den freien Fall einschließende Massenbewegung. Steinschlag, Fels- und Bergsturz gehören zu dieser Bewegungsgruppe". Da die untersuchten Bestände oft bis dicht an Felswände heranreichen oder von Felspartien durchzogen sind, wurde auf insgesamt 20 Probekreisen Steinschlag oder Felssturz festgestellt. Auch diese Schäden sind in hochgelegenen Gebirgsregionen in den natürlichen Gegebenheiten begründet.

8.5 Abschürfen des Bodens durch Ernteholz und Schlepper

Schäden infolge Abschürfens des Oberbodens durch Ernteholz und Schlepper wurden nur auf 2 Probekreisen beobachtet. Dies weist darauf hin, daß in letzter Zeit in den Hochlagen nur sehr wenige oder waldpfleglich ausgeführte Holzerntemaßnahmen stattfanden.

9. Diskussion der Ergebnisse

9.1 Beurteilung der Bestockungsdichte der Hochlagen

Eine Beurteilung der Bestockungsdichte eines altersklassenweise aufgebauten Wirtschaftswaldes birgt in der Regel keine Probleme in sich, da hierfür allgemein anwendbare Kriterien und Ertragstafelmodelle vorhanden sind. Völlig anders verhält es sich mit einem Wald in den Hochlagen der Gebirge, der sich bereits durch seine strukturellen Eigenheiten (große Altersdifferenzierung, zum Teil plenterartiger Aufbau) einer Schematisierung weitgehend entzieht. Passende, auf das Wuchsverhalten der Hochlagenwälder unter Einbeziehung des komplizierten Altersaufbaus speziell zugeschnittene Ertragstafeln stehen nicht zur Verfügung und wären auch nur mit größten Schwierigkeiten zu erstellen.

Die Anwendung des vielfach benutzten Kriteriums Beschirmungsgrad dürfte in typischen Fichtenhochlagenwäldern zu unsicheren Ergebnissen führen, da sich mit zunehmender Meereshöhe immer mehr ein spitzkroniger und gleichzeitig tieflasteter Habitus der Bäume einstellt. Dies kann jedoch eine Reduktion der überschirmten Fläche zur Folge haben. Hinzu kommt, daß die breitkronige Buche in der Höhenstufe von über 1500 m praktisch ausfällt und sich somit auch von dieser Seite her eine Veränderung der Überschirmungsverhältnisse ergeben kann.

An brauchbaren Kriterien für die Beurteilung der Bestockungsdichte stehen jedoch Stammzahlen und Grundflächen zur Verfügung. Diese Werte konnten im Rahmen der durchgeführten Stichprobeninventur mit großer Genauigkeit erhoben werden.

Bei einer quantitativen Bewertung dieses Zahlenmaterials sind jedoch verschiedene Betrachtungsweisen möglich:

- Der Hochlagenwald kann als das Ergebnis seiner bisherigen wirtschaftlichen - also einer starken weidewirtschaftlichen - Nutzung angesehen werden; er kann bei dieser Betrachtungsweise nur mit Weidewäldern ähnlicher Lagen verglichen werden.
- Die Hochlagenbestockung kann nach dem von der Standortssituation her möglichen Leistungspotential

beurteilt werden. Bezugsgröße ist hier die potentielle maximale Bestockungsdichte, die allerdings keineswegs genau bekannt ist.

- Schließlich kann eine Beurteilung anhand der Funktionen erfolgen, die der Hochlagenwald zu erfüllen hat.

Im folgenden soll versucht werden, die Dichte der Hochlagenbestockung anhand dieser drei Betrachtungsweisen zu bewerten.

9.1.1 Beurteilung unter Zugrundelegung der bisherigen Nutzung

In den vergangenen Jahrhunderten wurde in den Hochlagen des Werdenfelser Landes die Waldweide in einer heute kaum mehr vorstellbaren Intensität ausgeübt. Dies führte dort zu einer zunehmenden Verlichtung der ursprünglich dichten Waldbestockung. Die Holzbezugsrechte der angeforsteten Almen (Bau-, Schindel-, Brenn-, Zaunholz) trugen ebenfalls zu einer Minderung der Waldbestockung bei. Hinzu kam die Holzentnahme durch den Grundherrn und vor allem der Bedarf der verschiedenen heimischen Gewerbetreibenden, die nahezu alle Gegenstände des täglichen Lebens aus Holz herstellten und einen wesentlichen Teil davon "exportierten"; durch diese ständige Entnahme von speziellen Sortimenten wie beispielsweise von Schindelholz wurde der Waldzustand der Hochlagen mit Sicherheit negativ beeinflusst.

Während jedoch die unpflegliche Holznutzung gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von einer planvollen Forstwirtschaft abgelöst wurde, wird die waldschädliche Weide bis in die heutige Zeit noch in großem Umfang ausgeübt.

Geht man von der Tatsache aus, daß sich in der derzeitigen Verfassung der Hochlagenwälder die bisherige "kombinierte" Nutzung als Weideareal und Holzlieferant widerspiegelt, so sind die vorzufindenden Bestockungsdichtewerte (Abschn. 6.1) sogar überraschend hoch. Im Grunde können diese Weidewälder nur mit Bestockungen verglichen werden, die mit einer ähnlich hohen wirtschaftlichen Hypothek belastet waren. Dies ist beispielsweise in hohen Lagen Tirols der Fall. Die dort anzutreffenden

Bestockungsdichten (vgl. MAIR, 1967) liegen für vergleichbare Bestandestypen vielfach unter denen des Werdenfelser Landes.

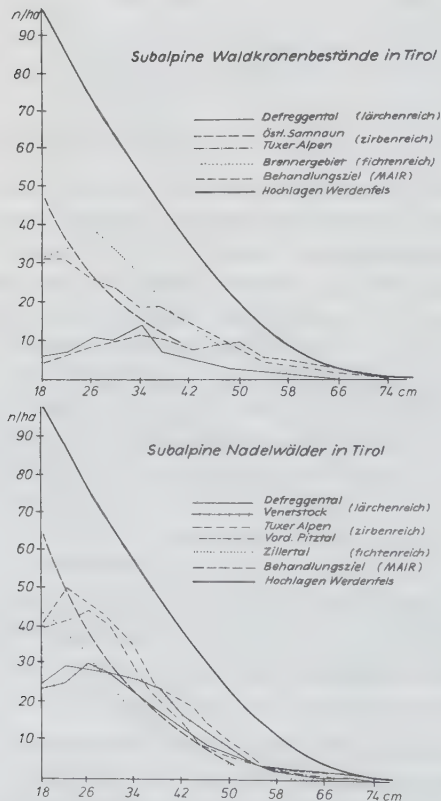


Abb.25: Vergleich mit den Stammzahlverteilungskurven für subalpine Nadelwälder und Waldkronenbestände Tirols (MAIR, 1967; nach MAYER, 1967 b)

Abb.25 zeigt, daß die Stammzahlverteilungskurve des untersuchten Raumes sogar noch über den von MAIR, 1967, angestrebten Zielkurven liegt. Allerdings ist bei diesem Vergleich zu berücksichtigen, daß die von MAIR untersuchten Wälder sich meist in größeren Höhen und vor allem im mehr kontinentalen, inner-alpinen Bereich befinden.

9.1.2 Beurteilung anhand des Leistungspotentials des Standorts.

Eine Auswertung der Bodenprofilansprachen (Abschn. 5.1.5) ergab, daß im Untersuchungsgebiet überwiegend gute, auf einem Viertel der Fläche sogar ausgezeichnete Wuchsbedingungen vorhanden sind. Aus verschiedenen Untersuchungen (MAYER, 1966, HILLGARTER, 1971) ist bekannt, daß die natürliche maximale Grundfläche im Bereich des ökologischen Optimums der Fichte sehr hohe Werte ($60-100 \text{ m}^2/\text{ha}$) erreicht, wenn sich über lange Zeiträume hinweg - ohne Beeinflussung durch den Menschen - hohe Vorräte akkumulieren können.

Die bei der vorliegenden Stichprobeninventur festgestellten Maximalwerte lagen bei $80 \text{ m}^2/\text{ha}$. Sieht man von den Böden geringer Entwicklungstiefe (Abschn. 5.1.5) ab, so kann angenommen werden, daß die maximale Grundfläche auf dem überwiegenden Teil des Untersuchungsgebietes eine Größenordnung von $80 \text{ m}^2/\text{ha}$ und darüber erreicht. Allerdings kann diese Zahl nur als Maximalwert für kleinere Flächeneinheiten und nicht etwa als Durchschnittswert einer "Betriebsklasse" angesehen werden; sie stellt letztlich nur die Zielgröße einer sich langsam akkumulierenden Idealbestockung dar.

Betrachtet man nun die Hochlagenwälder des Untersuchungsgebietes im Hinblick auf potentielle maximale Dichten - läßt man also außer acht, daß es sich überwiegend um typische Weidewälder handelt - so ist festzustellen, daß die tatsächlichen Grundflächen als Ergebnis der anthropo-zoogenen Beeinflussung oft beträchtlich hinter den möglichen zurückbleiben.

Im Interesse einer Ausnutzung des standörtlichen Leistungspotentials wäre demnach eine Erhöhung der Bestockungsdichten anzustreben.

9.1.3 Beurteilung anhand der Funktionen des Hochlagenwaldes

Holzproduktion:

Für die optimale Ausnutzung des standörtlichen Leistungspotentials mit dem Ziel einer größtmöglichen Holzproduktion sind gutbestockte Bestände die wichtigste Voraussetzung. Nachdem jedoch ohnehin etwa zwei Drittel der Hochlagenfläche in die Rubrik "unbringbar" fallen (Abschn. 5.2), ist die Reduktion der von der Standortssituation her möglichen Bestockungsdichten unter dem Gesichtspunkt des Holzertrags weniger bedeutsam.

Schutzfunktionen:

Die Wälder des Gebirgsraums erfüllen im erosionsgefährdeten Gelände eine überragende Schutzfunktion, denn nur eine dichte Waldbestockung ist in der Lage,

- den Hangabtrag durch Schneeschurf und Lawinen zu verhindern (LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973),
- den Boden durch sein intensives und tiefgreifendes Wurzelwerk zu festigen,
- den Oberflächenabfluß wirksam herabzusetzen (KARL, DANZ, 1969),
- auf den empfindlichen Humuskarbonatböden das für die Wasserspeicherung wichtige Humuskapital anzuhäufen und zu bewahren (LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973).

Für den Bereich der Hochlagen des Werdenfelser Landes erbrachte eine Kartierung der Hanglabilitätsstufen (Abschn. 5.5), daß fast die Hälfte der Fläche in die Labilitätsstufe 3 fällt; da hier mit schwersten Schäden gerechnet werden muß, ist eine dauernde schutzwirksame Waldbestockung unbedingt erforderlich. Diese außerordentlich hohe potentielle Gefährdung des untersuchten

Raumes ergibt sich in erster Linie aus der Tatsache, daß 55 Prozent der Fläche Hangneigungen von 30° und darüber aufweisen (Abschn. 5.1.3). Versucht man, die in diesen Lagen anzutreffenden Wälder danach zu beurteilen, inwieweit sie ihre Schutzfunktionen erfüllen können, so stößt man auf sehr große Schwierigkeiten, da letztlich noch "keine gesicherten Erkenntnisse über die Schutzwirksamkeit bestimmter Bestockungsmerkmale vorliegen" (BICHLMAIER, GUNDERMANN, 1974).

In der Schrift "Beiträge zur Quantifizierung der Sozialfunktionen des Waldes im bayerischen Hochgebirge" unternimmt GUNDERMANN erstmals den Versuch, mit Hilfe eines nutzwertanalytischen Ansatzes die Schutzfunktion von Bergwäldern gegen Massenverlagerung quantitativ zu umschreiben. Nach eingehender Literaturauswertung führte der Autor insgesamt acht Kriterien auf, die eine Quantifizierung des Schutzeffekts ermöglichen sollen: Kronenschlußgrad, Bestockungsgrad, Bestandsschichtung, Baumartenmischung, Bewurzelung, biotische und abiotische Schäden, Altersphasen und Behandlungstechnik.

Diesen "Bestockungskriterien" schreibt der Autor eine unterschiedliche relative Schutzbefähigung zu. Dem Kriterium Bestockungsgrad wird - gemeinsam mit dem Kronenschlußgrad - in der Literatur "ein hervorragender Platz bei der Beurteilung der Schutzfunktion von Schutzwäldern vor Massenverlagerungen" eingeräumt. Deshalb bewertet GUNDERMANN den Bestockungsgrad mit der höchstmöglichen relativen Wertziffer der Schutzbefähigung.

Diese Bewertung GUNDERMANNs trifft sicher auch für die spezifischen Verhältnisse des Hochlagenbereichs zu. Nur sollte hier der Begriff "Bestockungsgrad" durch den Ausdruck "Bestandesdichte" ersetzt werden, denn definitionsgemäß stellt der Bestockungsgrad einen Zahlenvergleich zwischen Ertragstafelvorrat und Bestandesvorrat bei gegebenem Alter dar. Es wäre jedoch nicht zu vertreten, bei der Beurteilung der Hochlagenbestockung Ertragstafeln anzuwenden, die auf den viel schneller ablaufenden und auch sonst völlig verschiedenen Wachstumsgang von Beständen des Flachlandes oder des Voralpenlandes abgestellt sind. Auf das Wuchsverhalten der Hochlagenbestände unter Einbeziehung des Altersfaktors speziell zugeschnittene Ertragstafeln oder Lokaltarife stehen jedoch nicht zur Verfügung.

GROTTENTHALER, LAATSCH, 1973, kamen in ihrer Untersuchung über den Hangabtrag auf periglazialen Talverfüllungen im Lainbachtal bei Benediktbeuern zu dem Ergebnis: "Beschirmung und Grundflächenhaltung sind sehr eng miteinander korreliert. Die beiden Variablen zusammengenommen zeigen die wesentliche Schutzfunktion, die einem dichten Waldbestand zukommt." Berechnungen der beiden Autoren ergaben, daß die Blaikflächen auf diesen Talverfüllungen umso größer waren, je kleiner die Bestandesgrundfläche und je größer die Neigung und Länge des oberhalb der Schadstelle anschließenden Hanges waren.

Nach den zur Verfügung stehenden Literaturangaben läßt sich somit zusammenfassen, daß eine hohe Bestockungsdichte - wie auch immer diese definiert wird - die wichtigste Voraussetzung dafür ist, daß die Waldbestände in den höheren Lagen des Gebirges ihr Schutzfunktionen einschließlich der wirksamen Herabsetzung des Oberflächenabflusses optimal erfüllen können.

Wenn demnach auch in den diesbezüglichen Veröffentlichungen ein Konsens festzustellen ist, daß eine hohe Bestockungsdichte der beste Garant für eine hohe Schutzleistung der Bestände ist, und wenn somit Klarheit darüber besteht, daß eine Reduktion der Bestandesdichte die Schutzwirkung mindert, so ist es auf der anderen Seite beim derzeitigen Wissensstand nicht möglich, eine durch wissenschaftliche Untersuchungen fundierte Quantifizierung der Abnahme der Schutzleistung mit sinkender Bestockungsdichte vorzunehmen.

Mit Sicherheit liegen die Dinge nicht so einfach, daß ein Bestand, der beispielsweise 50 Prozent der natürlichen maximalen Bestockungsdichte aufweist, nur mit der Hälfte seiner höchstmöglichen Schutzwirkung anzusetzen wäre. Eine grundlegende Klärung dieser Zusammenhänge ist jedoch nur durch Versuche experimenteller Art und keinesfalls im Rahmen einer Stichprobeninventur möglich.

Nachdem der derzeitige Wissensstand keine Aussagen über quantitative Zusammenhänge zwischen einzelnen Bestockungskriterien und der Schutzwirksamkeit dieser Bestockung zuläßt, kann nur versucht werden, auf deduktivem Weg einen - wenn auch mit aller Vorsicht zu interpretierenden - Zusammenhang (Abschn. 8.1.2.4) aufzuzeigen.

Anhand der Inventurdaten wurde durch "Herantasten" festgestellt, ab welchem Minimalwert der Bestandesdichte Erscheinungen des Hangabtrags durch Schnee- und Wassererosion nicht mehr auftreten. Es zeigte sich, daß erst bei einem verhältnismäßig hohen Grundflächenwert von $40 \text{ m}^2/\text{ha}$ und darüber auch bei großen Hangneigungen keinerlei Bodenschäden durch Schnee- und Wassererosion mehr festzustellen sind (Abschn. 8.1.2.4). Weiter erscheint die Annahme zulässig, daß in "Jungbeständen" eine Stammzahl von

2000 Bäumen/ha unter schutztechnischen Gesichtspunkten als ausreichend angesehen werden kann. Darüber hinaus erbrachten die Berechnungen zweifelsfrei, daß bei extrem niedrigen Bestockungsdichten (unter $10 \text{ m}^2/\text{ha}$) die Häufigkeit der Erosionsschäden progressiv ansteigt.

9.1.4 Zusammenfassende Beurteilung

Läßt man bei der Beurteilung der Hochlagenwälder die Tatsache unberücksichtigt, daß deren Zustand überwiegend das Ergebnis einer jahrhundertelangen rücksichtslosen Waldweide- und Holznutzung ist, sondern legt bei der Bewertung der Bestockungsdichten das Schwergewicht auf die optimale Erfüllung der Schutzaufgaben und auf einen Vergleich mit der potentiellen maximalen Leistungskraft des Standorts, so bietet sich folgende Gruppierung an:

Gruppe 1: Grundflächen über $40 \text{ m}^2/\text{ha}$

Die hohen Bestandesdichten garantieren eine optimale Schutzwirkung; es treten keinerlei Bodenschäden durch Schnee- und Wassererosion auf. Gleichzeitig wird das Leistungspotential des Standorts zumindest befriedigend ausgenutzt.

Stammzahlen über 2000/ha

"Jungbestände" mit für Hochlagenverhältnisse hohen Stammzahlen von über 2000 Bestandeselementen/ha können schutztechnisch befriedigen; sie sind in der Lage, die Leistungskraft des Standorts auszunutzen.

Verjüngungszahlen über 3000/ha

Flächen mit Verjüngungszahlen von über 3000 Individuen/ha sind unter waldbaulichen Gesichtspunkten ausreichend bestockt. Eine Schutzbefähigung dieses Teils der Bestockung kann jedoch nur gegenüber Schneegleiten und -kriechen angenommen werden.

Gruppe 2: Grundflächen zwischen 10 und 40 m²/ha

Die Bestockungsdichten sind - gemessen am Leistungspotential des Standorts - reduziert. Damit ist eine Reduktion der Schutzwirkung verbunden. Das Ausmaß dieser Reduktion ist angesichts der großen Spannweite dieser beiden Grenzwerte sicherlich sehr unterschiedlich, nach dem derzeitigen Wissensstand jedoch nicht quantifizierbar.

Es ist anzunehmen, daß Bestände mit Grundflächen zwischen 30 und 40 m²/ha eine vom Optimum zwar etwas nach unten abweichende, im übrigen jedoch noch durchaus befriedigende Schutzwirkung aufweisen.

Zur Erzielung eines optimalen Schutzeffekts ist vor allem in dem Bereich zwischen 10 und 30 m²/ha Grundfläche eine schrittweise Anhebung der Bestandesdichten anzustreben.

Gruppe 3: Grundflächen unter 10 m²/ha und unbestockte Flächen

Diese Flächen sind unter schutztechnischen Gesichtspunkten als absolut unbefriedigend zu bewerten.

Die Leistungskraft des Standorts wird nur äußerst mangelhaft ausgenutzt. Eine Anhebung der Bestockungsdichten bzw. eine Neubegründung von Wald ist dringend erforderlich.

Aus Tab.41 ist zu ersehen, welchen Anteil diese drei Gruppen an der Gesamtzahl der Probekreise (Holzboden) des Untersuchungsgebietes und an den einzelnen Höhenstufen einnehmen.

Auf knapp einem Viertel der Probekreise garantieren hohe Bestandesdichten eine optimale Schutzwirkung und eine Ausnutzung des standörtlichen Leistungspotentials (Gruppe 1).

Der überwiegende Teil der untersuchten Probekreise liegt im Hinblick auf seine Bestandesdichten unterhalb des - zweifellos sehr hohen - Standards der Gruppe 1.

Gesamtes Untersuchungsgebiet - Holzbodenfläche

	Alle Höhenstufen		1300 - 1390 m		1400 - 1490 m		1500 - 1590 m		1600 m - 2100 m	
	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent
Gruppe 1 Verjüngungszahl > 3000/ha	5	0,5	3	1,3	2	0,6	0	0	0	0
Stammzahl > 2000/ha	36	3,9	13	5,8	17	5,0	5	2,1	1	0,8
Grundfläche > 40 m ² /ha	171	18,5	36	16,1	68	20,0	52	22,0	15	12,3
Gruppe 2 Grundfläche 30 - 40 m ² /ha	156	16,9	38	17,0	61	17,9	36	15,2	21	17,2
Grundfläche 20 - 30 m ² /ha	213	23,2	54	24,1	91	26,8	52	22,0	16	13,1
Grundfläche 10 - 20 m ² /ha	195	21,2	50	22,3	61	17,9	60	25,5	24	19,7
Gruppe 3 Grundfläche < 10 m ² /ha	140	15,2	30	13,4	39	11,5	28	11,9	43	35,3
unbestockte Holzbodenfläche	6	0,6	0	0	1	0,3	3	1,3	2	1,6
Sa Probekreise Holzboden	922	100,0	224	100,0	340	100,0	236	100,0	122	100,0

Tab.41: Aufteilung des Probekreiskollektivs nach Minimalwerten der Grundfläche, der Stammzahl und der Verjüngungszahl

Das Gros der Bestände (61,3 Prozent) befindet sich hierbei innerhalb eines Grundflächenrahmens von 10 bis 40 m²/ha (Gruppe 2).

Während 16,9 Prozent der Waldfläche bei Grundflächenwerten zwischen 30 und 40 m²/ha noch eine durchaus befriedigende Schutzwirkung aufweisen dürften, ist in dem Bereich zwischen 10 und 30 m²/ha (44,4 Prozent der Fläche) mit einer Abnahme der Schutzwirkung gegen Erscheinungen des Hangabtrags durch Schnee- und Wassererosion zu rechnen; fundierte Aussagen über das Ausmaß dieser Reduktion sind jedoch bei dem derzeitigen Wissensstand nicht möglich.

Als gesichert kann hingegen gelten, daß auf 16,2 Prozent der Fläche die Bestände hinsichtlich ihrer Schutzwirkung völlig unzureichend sind und außerdem die Leistungskraft des Standorts - selbst auf Böden mit geringer Entwicklungstiefe - nur sehr mangelhaft ausnutzen (Gruppe 3). Die Gruppe 3 umfaßt unter Zugrundelegung der Flächenrepräsentation der Probekreise eine Fläche von rund 730 Hektar. Hiervon befinden sich rund 220 Hektar in Lagen von 1600 m und darüber.

Für die Beurteilung der Gesamtsituation ist es darüber hinaus wichtig zu wissen, welche Bestockungsdichten auf den einzelnen Labilitätsstufen (Abschn. 5.5) vorzufinden sind. Bei den entsprechenden Darstellungen (Tab. 42, 43 und 44) wurde dasselbe Gruppierungsschema verwendet.

Hanglabilitätsstufe 3

		Alle Hohensteinen		1300 - 1390 m		1400 - 1490 m		1500 - 1590 m		1600 m u. darüber	
		Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent
Gruppe 1	Verjüngungszahl 3000/ha	1	0,2	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0
	Stammzahl 2000/ha	8	1,8	2	2,3	3	1,7	2	1,8	1	1,5
	Grundfläche 40 m ² /ha	74	16,8	16	18,4	29	16,8	20	17,7	9	13,0
Gruppe 2	Grundfläche 30-40 m ² /ha	88	19,9	18	20,7	39	22,5	19	16,8	12	17,4
	Grundfläche 20-30 m ² /ha	114	25,8	23	26,4	49	28,3	30	26,5	12	17,4
	Grundfläche 10-20 m ² /ha	81	18,3	15	17,2	29	16,8	29	25,7	8	11,6
Gruppe 3	Grundfläche 10 m ² /ha	72	16,3	13	15,0	22	12,7	12	10,6	25	36,2
	unbestockte Holzbodenfläche	4	0,9	0	0,0	1	0,6	1	0,9	2	2,9
Sa Probekreise Labilitätsstufe 3		442	100,0	87	100,0	173	100,0	113	100,0	69	100,0

Tab.42: Aufteilung des Probekreiskollektivs der Labilitätsstufe 3

Hanglabilitätsstufe 2

	Alle Höhenstufen		1300 - 1390 m		1400 - 1490 m		1500 - 1590 m		1600 m und darüber	
	Probekreise	Ergebnis	Probekreise	Prozent	Probekreise	Ergebnis	Probekreise	Ergebnis	Probekreise	Ergebnis
Gruppe 1 Verjüngungszahl >3000/ha	2	0,7	1	1,2	1	1,0	0	0,0	0	0,0
Gruppe 1 Stammzahl >2000/ha	8	2,8	5	6,0	3	3,1	0	0,0	0	0,0
Gruppe 2 Grundfläche >40 m ² /ha	58	20,6	12	14,5	20	21,0	20	26,7	6	21,4
Gruppe 2 Grundfläche 30-40 m ² /ha	38	13,5	12	14,5	9	9,5	13	17,3	4	14,3
Gruppe 2 Grundfläche 20-30 m ² /ha	55	19,6	20	24,1	22	23,2	11	14,7	2	7,1
Gruppe 3 Grundfläche 10-20 m ² /ha	74	26,3	22	26,5	26	27,4	17	22,6	9	32,2
Gruppe 3 Grundfläche <10 m ² /ha	44	15,8	11	13,2	14	14,8	12	16,0	7	25,0
unbestockte Holzbodenfläche	2	0,7	0	0,0	0	0,0	2	2,7	0	0,0
Sa Probekreise Labilitätsstufe 2	281	100,0	83	100,0	95	100,0	75	100,0	28	100,0

Tab.43: Aufteilung des Probekreiskollektivs der Labilitätsstufe 2

Bei einer Betrachtung der Anteile der drei Bestandesdichtegruppierungen ergibt sich keine so deutliche Differenzierung, die etwa den Schluß zuließe, daß die sehr stark gefährdeten Flächen der Labilitätsstufe 3 im Vergleich zu den mäßig labilen oder stabilen Partien eklatant unterbestockt wären. Es zeigt sich jedoch, daß der Anteil der Probekreise, deren Schutzwirkung als optimal gelten kann (Gruppe 1), in der Labilitätsstufe 3 einen Anteil von 18,8 Prozent, in Stufe 2 von 24,1 Prozent und in Stufe 1 von 30,6 Prozent aufweist. Gegenläufig hierzu ist in der Labilitätsstufe 1 der geringste Anteil von Probekreisen der Gruppe 3 (12,1 Prozent) zu finden, während die Hanglabilitätsstufe 3 hier die höchste Beteiligung (17,2 Prozent) aufweist.

Hanglabilitätsstufe 1

	Alle Höhenstufen		1300 - 1390 m		1400 - 1490 m		1500 - 1590 m		1600 m - 2390 m	
	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent	Probekreise	Prozent
Gruppe 1 Verjüngungszahl > 3000/ha	2	1,0	2	3,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Stammzahl > 2000/ha	20	10,0	6	11,1	11	15,3	3	6,2	0	0,0
Grundfläche > 40 m ² /ha	39	19,6	8	14,8	19	26,4	12	25,0	0	0,0
Gruppe 2 Grundfläche 30 - 40 m ² /ha	30	15,1	8	14,8	13	18,0	4	8,3	5	20,0
Grundfläche 20 - 30 m ² /ha	44	22,1	11	20,4	20	27,8	11	23,0	2	8,0
Grundfläche 10 - 20 m ² /ha	40	20,1	13	24,1	6	8,3	14	29,2	7	28,0
Gruppe 3 Grundfläche < 10 m ² /ha	24	12,1	6	11,1	3	4,2	4	8,3	11	44,0
unbestockte Holzbodenfläche	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sa Probekreise Labilitätsstufe 1	199	100,0	54	100,0	72	100,0	48	100,0	25	100,0

Tab.44: Aufteilung des Probekreiskollektivs der Labilitätsstufe 1

Für die Labilitätsstufe 3, auf der von der potentiellen Gefährdung her ohne eine dichte Waldbestockung schwerste Schäden zu erwarten sind, errechnet sich somit aufgrund der Repräsentation der Probekreise eine Fläche von rd. 380 ha, auf der die vorhandene Waldbestockung ihre Schutzfunktion keinesfalls erfüllen kann. In der mäßig labilen Stufe 2 beträgt der Anteil der absolut unbefriedigend bestockten Partien (Gruppe 3) rd. 230 ha.

9.1.5 Folgerungen

Die dringendste Aufgabe im Untersuchungsgebiet ist es, durch intensive Verjüngungstätigkeit folgende Flächen zu sanieren, so daß ihre derzeit völlig unbefriedigende Schutzwirkung baldmöglich wiederhergestellt ist:

- 380 ha in der Labilitätsstufe 3
- 230 ha in der Labilitätsstufe 2.

Darüber hinaus muß es als langfristiges Ziel angesehen werden, die durch anthropo-zoogene Beeinflussung auf weiten Teilen des Untersuchungsgebiets unter das standörtliche Leistungspotential abgesenkten Bestockungsdichten im Interesse der Herstellung einer optimalen Schutzbefähigung wieder anzuheben. Dieses Ziel kann jedoch nur in einem sehr langsam verlaufenden Prozeß durch verstärkten Nachschub von Verjüngung erreicht werden.

9.2 Beurteilung der Regeneration des Hochlagenwaldes

9.2.1 Ausgangslage

Bereits BAVIER, 1910, machte deutlich, daß die ungünstigen klimatischen Verhältnisse des Hochgebirges (kurze Vegetationszeit, große Temperaturschwankungen, Fröste, hohe Schneemengen), irgendwelche Bodeneigenschaften oder tierische und pflanzliche Schädlinge für sich allein die Verjüngung von Hochlagenfichtenwäldern nicht verhindern würden. "Die Fichte ist ein Gebirgsbaum. Das Gebirge ist ihre ursprüngliche Heimat. Kein Standort hat aber von Natur aus eine Vegetation, welcher nicht die Möglichkeit der Vermehrung und Verbreitung gegeben ist."

Diese Feststellung kann uneingeschränkt auch für den gesamten untersuchten Raum gelten. Die Hochlagenbestände des Werdenfelser Landes würden von ihrer derzeitigen Verfassung her nicht nur die Verjüngung der Hauptbaumart Fichte in ausreichendem Umfang zulassen, sondern in sehr vielen Teilen auch eine Regeneration der wichtigen Begleitbaumarten keineswegs ausschließen, denn:

- Die Dichte der Bestockung erreicht im allgemeinen ein Maß, das eine ausreichende Verjüngung zumindest der Fichte erwarten lassen kann.
- Die Baumartenmischung der Altbestände ist überraschend vielfältig. Tanne und Buche befinden sich zwar an der Obergrenze ihres Areals, das verhältnismäßig zahlreiche Vorkommen dieser Baumarten - ähnliches gilt auch für den Bergahorn - dürfte aber auf weiten Teilen des Hochlagenwaldes voll ausreichen, um eine befriedigende Mischungskomponente in der Verjüngung sicherzustellen.
- Nach den Angaben KUOCHs, 1965 und 1972, kann unterstellt werden, daß trotz seltener Samenjahre in den hohen Gebirgslagen die Samenproduktion in Häufigkeit und Ergiebigkeit ausreichend ist.

9.2.2 Beurteilung der Individuenzahl

Trotz dieser durchaus nicht ungünstigen Ausgangslage zeigt eine kritische Betrachtung des Inventurergebnisses (Abschn. 7.2), daß die in den Hochlagen vorzufindende Verjüngung schon von der Individuenzahl her kaum befriedigen kann. Eine quantifizierende Aussage wird jedoch dadurch erschwert, daß von der Grundlagenforschung noch keine Angabe verfügbar ist, welche Verjüngungszahlen in einem stark ungleichaltrig aufgebauten Bestand mit sehr hohen Maximalaltern ausreichend sind, um eine Kontinuität der Bestockung zu garantieren. Daß hier geringere Jungwuchszahlen genügen als unter den Bedingungen eines

80- bis 100-jährigen Umtriebs, stellte jedenfalls schon TSCHERMAK, 1910, am Beispiel bosnischer Urwälder fest: "Es ist eigentlich selbstverständlich, daß beim Vorkommen von rund 300 Altersstufen denjenigen, welche als Jugend zu bezeichnen sind, bei weitem und ganz auffallend nicht ein so großer Anteil der Gesamtfläche zufallen kann als in den meist 1- bis 80-jährigen Kulturforsten Mitteleuropas."

Auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß für Wälder mit stark unregelmäßiger Altersstruktur und hohen Endaltern eine relativ geringe Jungwuchskomponente ausreichend sein kann, muß jedoch das Inventurergebnis zu folgender Beurteilung der Gesamtsituation führen:

- Die Menge der anzutreffenden Verjüngung - auf zwei Drittel der Flächen sind insgesamt unter 500 Individuen/ha (hiervon weniger als 93 Bäumchen/ha mit einer Wuchshöhe von über 75 cm) vorzufinden - kann allenfalls ausreichen, um den status quo zu sichern; die Nachfolgebestände werden wiederum das Bild typischer, von der Weide geprägter Hochlagenbestände bilden.
- Es ist absehbar, daß die schon jetzt sehr große Bedeutung der Schutzfunktionen der Hochlagenbestockung in naher Zukunft eher noch zunehmen wird. Ein optimaler Schutzeffekt ist jedoch nur bei dicht bestockten Beständen gegeben. Wird ein Optimum an Schutzwirkung angestrebt, dann müssen wesentliche Teile der Hochlagen in ihren Bestockungsdichten angehoben werden. Die festgestellten Verjüngungszahlen reichen jedoch mit Sicherheit nicht aus, um dem Ziel einer schrittweisen Wiederherstellung der natürlicherweise bis in großen Höhen vorkommenden, hohen Bestandesdichten (SCHIECHTL, 1967) näherzukommen.

Inwieweit die Verjüngung im jeweiligen Einzelbestand ausreicht, um die Kontinuität der Waldbestockung zu gewährleisten und die Schutzfunktionen sicherzustellen, kann durch eine Stichprobeninventur nicht untersucht werden. Eine Beurteilung des Sachverhalts ist letztlich nur nach genauer Analyse der bestandesstrukturellen Merkmale einschließlich der Altersverteilung und der schutztechnischen Kriterien wie beispielsweise der Bestockung und Länge des Oberhanges und der Hangneigung möglich.

Es zeigt jedoch bereits ein erster Begang des Hochlagenbereichs, wo der Schwerpunkt des Verjüngungsdefizits liegt: Die typischen lichten und stark vergrasteten Weidewälder weisen eine sofort ins Auge fallende Verjüngungsarmut auf. Die Baumsämlinge haben sich hier gegen eine übermächtige Konkurrenzflora zu behaupten. Gelingt ihnen dies, so werden sie häufig zusammen mit der Bodenvegetation abgeweidet. Wachsen einige wenige Exemplare über die Vegetationsschicht hinaus, setzt der selektive Verbiß durch Weidetier und Schalenwild ein. Diese anthropo-zoogene Beeinträchtigung verstärkt somit die in den Hochlagenwäldern ohnehin vorhandene hohe Mortalität der Verjüngung in bedrohlichem Ausmaß.

Die im Untersuchungsgebiet zu beobachtende Jungwuchsarmut der typischen Weidebestände ist durchaus mit der Situation vergleichbar, wie sie MAIR, 1967, für den Tiroler Raum und BAVIER, 1910, oder LEIBUNDGUT, 1938, für die Schweizer Alpen beschreiben.

Neben den sehr stark von der Weide geprägten Partien weisen - wie nicht anders zu erwarten - dicht bestockte Bestände mit dominierender Fichte, deren Bestockungsglieder ausschließlich den oberen Durchmesserklassen zugehören, sowie geschlossene Fichten-Tannen-Buchenbestockungen praktisch keine Jungwuchskomponente größerer Wuchshöhe auf. Die auf den Boden gelangenden Licht- und Wärmemengen reichen hier als Assimilationsbasis nicht aus (MAGIN, 1959).

9.2.3 Beurteilung der Baumartenmischung

Das Inventurergebnis (Abschn. 7.3) läßt eine so geringe Beteiligung der Mischbaumarten an der Verjüngung erkennen, daß dies als Totalausfall zumindest der wichtigen Begleitbaumarten zu werten ist und keiner weiteren Interpretation bedarf.

Die von MEISTER, 1969, für das oberbayerische Hochgebirge festgestellte rapide Abnahme des zielgerechten Mischwaldes findet in dem Untersuchungsergebnis seine volle Bestätigung.

9.3 Beurteilung der Dynamik des Hochlagenwaldes

Eine Stichprobeninventur stellt von der Methode her nur eine Zustandserfassung der untersuchten Waldgebiete dar. Die Ergebnisse müssen zunächst rein statisch betrachtet werden. Darüber hinaus ist es jedoch möglich, durch eine Interpretation der Inventuraussagen Schlüsse auf die Dynamik der Waldentwicklung zu ziehen. Im folgenden soll auf diese Weise versucht werden, die künftige Entwicklung der Hochlagenbestockung zu beleuchten.

Bei einem ersten Gesamtüberblick lassen die Stammzahlverteilungskurven (Abschn. 6.1.3.1) - allerdings bei einer nicht nach Baumarten differenzierten Betrachtungsweise - keine gravierende Störung der Walderneuerung in der weiter zurückliegenden Zeit erkennen. Die durchschnittliche Stammzahl (692 Bäume/ha) und vor allem die Anzahl der in der untersten Durchmesserklasse von 1 bis 9 cm vorzufindenden Bestockungsglieder (309 Individuen/ha) ist erfreulich hoch. Die Bäume des untersten Durchmesserbereiches sind nicht in wenigen "Jungbeständen" konzentriert, sondern, wie sich aus der Häufigkeitsverteilung der

Stammzahlen (Abschn. 6.1.2.1) und den Durchmesserspannweiten auf den Probekreisen (Abschn. 6.1.4) schließen läßt und auch durch Beobachtungen bei den Außenaufnahmen bestätigt wird, überwiegend gut über das Untersuchungsgebiet verteilt. Aufgrund dieser Befunde ist die Kontinuität des Hochlagenwaldes in näherer Zukunft nicht unmittelbar gefährdet.

Anhand der genauen Ansprache eines jeden einzelnen Baumes auf den Probeflächen ist eine gesicherte Aussage zu der Frage der Vitalität der Hochlagenbestockung möglich (Abschn. 6.2). Die Anteile der stark geschädigten und absterbenden Bäume sind so gering, daß aus ihnen ein drastischer Vitalitätsverlust der Bestockung keinesfalls abgelesen werden kann, und auch die Gesamtanteile der stehenden toten Bäume und des liegenden abgestorbenen Materials bewegen sich in einem durchaus tolerierbaren Rahmen, der keineswegs Anlaß zur Besorgnis gibt. Dasselbe gilt für die Häufigkeit und Stärke der Stammfäule (Abschn. 6.5.3). Insgesamt gesehen läßt daher der Vitalitäts- und Gesundheitszustand der Hochlagenbestockung nicht die Deutung zu, daß alsbald ein großflächiger Zusammenbruch des Waldes zu erwarten wäre.

Wie die Altersbestimmungen zeigen, liegen die Maximalalter für die Fichte in diesem Raum bei 500 - 600 Jahren. Wenn auch eine Antwort auf die Frage nach der genauen Lebensdauer der Bestockung nicht möglich ist - hierzu müßten nicht nur die aktuellen Alter sämtlicher lebender Bäume, sondern vor allem die jeweiligen individuellen Endalter bekannt sein -, so läßt doch die nach Durchmesserbereichen getrennte Übersicht über die Altersstruktur (Abschn. 6.3.2) den Schluß zu, daß der größere Teil der Bäume noch nicht in die unmittelbare Nähe der Altersgrenze gerückt ist.

Die Hochlagenwälder des untersuchten Raumes sind extrem ungleichaltrig aufgebaut. Bereits auf kleinstem Raum (500 m²) treten enorme Altersspannweiten auf (Abschn. 6.3.5). Selbst uniforme Fichtenstarkholzkomplexe zeichnen sich durch eine differenzierte

Altersstruktur aus. Hinzu kommt, daß auf dem überwiegenden Teil der Probekreise hohe Durchmesserspannweiten anzutreffen sind (Abschn. 6.1.4). Nach diesen Befunden kann angenommen werden, daß der Ausfall von Bestandeselementen infolge Erreichens der individuellen Endalter oder als Folge des Unterliegens im Daseinskampf überwiegend einzelstamm- bis truppweise und seltener gruppenweise erfolgen wird.

Aufgrund all dieser mitgeteilten Ergebnisse ist auszuschließen, daß sich die Hochlagenbestockung des untersuchten Bereichs in einem Zustand befindet, "der in den nächsten Jahrzehnten ihren restlosen Zusammenbruch befürchten lassen muß" (KARL, 1967).

Allerdings dürfen die nachteiligen Auswirkungen des ständigen Ausfalls einzelner Bestockungsglieder nicht unterschätzt werden. Dieser Prozeß bewirkt eine - wenn auch zunächst nur langsam fortschreitende - Reduzierung der Bestandesdichten. Bereits heute reicht die vorhandene Bestockung in ihrer Dichte auf vielen Flächen jedoch nicht aus, um eine optimale Erfüllung der Schutzaufgaben sicherzustellen. Es ist deshalb - wie bereits dargelegt - aus landeskulturellen Gründen erforderlich, auf größeren Teilen des Untersuchungsgebietes eine schrittweise Anhebung der Bestockungsdichten durch verstärkten Nachschub von Verjüngungsmaterial zu erreichen. Die vorzufindende Verjüngungsmenge kann jedoch keinesfalls ausreichen, um zwei Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen:

- Ersatz der abgestorbenen Bestockungsglieder und
- schrittweise Wiederherstellung der ursprünglich hohen Bestandesdichten.

Gelingt es nicht, den Verjüngungsnachschub entscheidend zu verstärken, so wird die künftige Hochlagenbestockung in vielen Bereichen wiederum das Bild einer typischen Weidebestockung bieten und in ihrer Schutzbefähigung reduziert bleiben.

Wie die Inventurergebnisse weiter zeigen, sind in den mittleren und stärkeren Durchmesserbereichen die Anteile der Mischbaum-

arten durchaus befriedigend (Abschn. 6.4). Dies gilt zumindest bis zu einer Meereshöhe von 1500 m; jedoch selbst in den Bereichen oberhalb dieser Höhengrenze weisen die noch festzustellenden Anteile von Tanne und Bergahorn darauf hin, daß die Bestockung auch hier von Natur aus nicht aus reiner Fichte besteht. Soweit im Untersuchungsgebiet Fichtenreinbestände vorzufinden sind, dürfte es sich demnach nicht um einen natürlichen "subalpinen Fichtenwald", sondern um das Ergebnis einer direkten oder indirekten menschlichen Beeinflussung handeln. Zu dem gleichen Ergebnis kommt HARTMANN, 1956, aufgrund vegetationskundlicher Untersuchungen.

Aus dem Inventurergebnis geht weiter klar hervor, daß die in den Altbeständen noch verhältnismäßig zahlreich vorhandenen Mischbaumarten in den untersten Durchmesserbereichen und in der Verjüngung nur so schwach vertreten sind, daß dies einem Totalausfall gleichkommt. Setzt sich diese Entwicklungstendenz fort, so wird die Hochlagenbestockung künftig praktisch nur aus reiner Fichte - eventuell mit geringer Beteiligung von Vogelbeere, Mehlbeere, Birke und Weide - bestehen.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, warum trotz intensiver Beweidung in der weiter zurückliegenden Zeit gut gemischte Altbestände entstehen konnten und aus welchem Grund gerade in den letzten Jahrzehnten bei sinkenden Auftriebszahlen ein drastischer Rückgang der Mischbaumarten festgestellt werden muß, der bis zum Totalausfall von Tanne, Buche und Bergahorn in der Verjüngung geht. Im Rahmen der Untersuchung ist es nicht möglich, diese Frage zweifelsfrei zu beantworten, es ist jedoch zu vermuten, daß die Schalenwildbestände an dieser Entwicklung einen wesentlichen Anteil haben.

Nachdem kein Zweifel darüber bestehen kann, daß die künftige Hochlagenbestockung, falls diese Entwicklung weiter anhält, aus

reiner Fichte bestehen wird, schließt sich die Frage an, welche Folgen in dem untersuchten Raum der Ersatz der ursprünglichen Mischbestockung durch Fichtenreinbestände hat. Allgemein sind bei einer durch die Entmischung der Bestände hervorgerufenen Verschiebung des ökologischen Gleichgewichts folgende negativen Wirkungen denkbar:

- Ungünstige Streuzersetzung, verstärkte Tendenz zu Rohhumusbildung
- Reduzierung des stufigen Bestandesaufbaus
- Beeinträchtigung der Verjüngungsmöglichkeiten ("Baumartenwechsel")
- Reduzierung der Bestandesstabilität, Erhöhung der Windwurfgefahr
- Verminderung der Schutzwirkungen
- Beeinträchtigung des Landschaftsbildes.

Ob und in welchem Ausmaß diese negativen Auswirkungen unter den speziellen Bedingungen des untersuchten Raumes eintreten, ist bei dem derzeitigen Wissensstand nicht abzuschätzen.

Es sind jedoch folgende Tatsachen in die diesbezüglichen Überlegungen miteinzubeziehen:

- Auf den im Untersuchungsgebiet überwiegend vorkommenden, keinesfalls zur Versauerung neigenden Kalkverwitterungsböden tritt die Rohhumusbildung als waldbauliches Problem nicht in Erscheinung.
- Im subalpinen Bereich der Inneralpen sind natürliche Fichtenreinbestände - soweit ihre Verfassung befriedigt - offensichtlich in der Lage, ausreichenden Schutz zu gewähren.
- Die Fichte befindet sich im untersuchten Raum in ihrem natürlichen Optimum. Mit Recht weist JOBST, 1962, darauf hin, daß die Fichte als ausgesprochener Gebirgsbaum hier "nicht nur standortstauglich, sondern im eigentlichen Sinne standortsgemäß" ist.

- In den Hochlagen des Werdenfelser Landes herrschen Standorte vor, die es der Fichte nicht zuletzt wegen der Klüftigkeit des Ausgangsmaterials ermöglichen, ein tiefgreifendes und weitverzweigtes Wurzelsystem auszubilden. Die Fichte erreicht hier eine sehr hohe Standfestigkeit und dürfte in diesem Punkt der Tanne nicht wesentlich nachstehen.
- Typische "Tannenzwangsstandorte" mit ausgeprägtem, hochanstehendem Reduktionshorizont kommen im Untersuchungsgebiet praktisch nicht vor. Auf Oxigleyen und Gleyen mit sehr tief sitzendem Reduktionshorizont zeigte sich nach den Untersuchungen FOERSTs, zit. n. LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973, die Fichte der Tanne jedoch kaum unterlegen.
- Im untersuchten Bereich treten tiefgründige Lockermassen, die vor Rutsch- und Tiefenerosionsschäden durch ein dichtverwobenes, mehrstöckiges Wurzelwerk, wie es der Fichten-Tannen-Buchenwald aufweist, geschützt werden müssen (LAATSCH, GROTTENTHALER, 1973), völlig zurück.

Diese Überlegungen würden dafür sprechen, daß im Untersuchungsgebiet der Ersatz der ursprünglichen Mischbestockung durch eine Fichtenreinbestockung keine sehr schwerwiegenden Folgen hätte. Es muß jedoch nochmals betont werden, daß eine fundierte Beurteilung der Konsequenzen einer derartigen Veränderung des natürlichen Waldbildes nicht möglich ist, da die hierzu nötigen Untersuchungsergebnisse einer intensiven Grundlagenforschung in den Hochlagen der Gebirge bisher fehlen. Solange diese Zusammenhänge weitgehend unbekannt sind, muß deshalb zur Vermeidung eventuell nicht mehr korrigierbarer Folgeschäden versucht werden, alles zu tun, um die derzeit noch vorhandenen natürlichen Mischbestockungen zu erhalten und zu erneuern.

10. Vorschläge für die Praxis der Waldbehandlung in den Hochlagen

Die Tatsache, daß auf dem überwiegenden Teil der Hochlagen des Untersuchungsgebiets eine rentable Waldwirtschaft nicht mehr möglich ist, darf nicht dazu führen, auf waldbauliche Maßnahmen in diesem Gebiet zu verzichten. Eine zielgerechte Behandlung und Verjüngung der Schutzwaldbestockung ist eine primär landes-kulturelle Aufgabe. Die Feststellung HILLGARTERS, 1971, daß eine "Nichtbewirtschaftung" der Schutzwälder deren Schutzwirkung in Frage stellt, ist auch für die Hochlagen des Werdenfelser Landes voll zutreffend. Die Aussichten, daß die selbsttätigen Regulationsvorgänge der Natur überall im Untersuchungsgebiet für eine Erhaltung der Schutzbefähigung und eine Regeneration der Bestockung sorgen, sind minimal. Dazu ist die Ausgangssituation durch die Lichtstellung der Weidewälder und die damit verbundene Konkurrenz der Bodenflora sowie infolge der anhaltenden Belastung durch Waldweide und hohe Schalenwildbestände zu ungünstig.

Im Hochlagenbereich sind deshalb eine Reihe von gezielten Maßnahmen erforderlich, um die Schutzbefähigung der Bestockung zu erhalten und nach Möglichkeit schrittweise zu verbessern. Das Problem der Bestandespflege tritt hierbei gegenüber der Notwendigkeit, Verjüngungsmaßnahmen größeren Umfangs in die Wege zu leiten, völlig zurück. Im einzelnen werden hierzu folgende Vorschläge gemacht:

10.1 Festlegung der Verjüngungsdringlichkeit der Bestände

Bei der Planung der Verjüngungsmaßnahmen ist es erforderlich, als erstes anhand der strukturellen und schutztechnischen Kriterien der Einzelbestände einen Prioritätenkatalog der Verjüngungsdringlichkeit aufzustellen. Das Inventurergebnis zeigte, daß eine Gesamtfläche von 730 Hektar vorhanden ist, deren Bestockungsdichte (unter $10 \text{ m}^2/\text{ha}$ Grundfläche) als höchst unbefriedigend angesehen werden muß. Soweit diese Bestände in der sehr gefährdeten Hanglabilitätsstufe 3 liegen (380 ha), kommt ihrer Verjüngung höchste Priorität zu; desgleichen sind die im gleichen Umfang unterbestockten Partien auf der Labilitätsstufe 2 (230 ha) bevorzugt zu verjüngen.

Darüber hinaus ist es erforderlich, in den typischen Weidewäldern diejenigen Partien auszuscheiden, die zwar in ihrer Bestockungsdichte oberhalb dieses Grenzwerts liegen, aber aufgrund ihrer lichten Bestandesverfassung, ihrer ungünstigen Struktur (verhältnismäßig geringe Durchmesserdifferenzierung, geringe Anteile an Mischbaumarten) und vor allem aufgrund ihrer Jungwuchsarmut eine starke Intensivierung der Verjüngung als dringlich erscheinen lassen.

Relativ geschlossene und uniform erscheinende Fichtenaltholzkomplexe ohne befriedigende Mischungskomponente müssen in der Priorität der Verjüngungsmaßnahmen hinter den eben genannten Typen zurückstehen. Auch hier wäre es jedoch auf Dauer waldgefährdend, mit einer planvollen Erneuerung so lange zu warten, bis ein Großteil der Bestockungsglieder in die Nähe ihrer individuellen Endalter gerückt ist.

Bei den gut bestockten Bergwäldern mit befriedigenden Anteilen der Mischbaumarten schließlich dürfte es kaum zu vertreten sein, irgendwelche größeren Eingriffe zu tätigen, solange nicht feststeht, daß die Nachfolgebestände wiederum dem Typ des natürlichen Bergmischwaldes nahekommen. Dies ist jedoch nur nach einer Regelung der Weide- und Wildfrage zu erwarten.

10.2 Verjüngungsziele

Es wird vorgeschlagen, zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung einer befriedigenden Mischungskomponente in den Hochlagen des Untersuchungsgebiets folgende Verjüngungsziele anzustreben:

- 1300 - 1390 m : 50 - 60 Fi, 20 Ta, 10 - 20 Bu, 10 BAh
- 1400 - 1490 m : 70 - 80 Fi, 10 - 20 Ta, 5 - 10 Bu, 5 - 10 BAh
- 1500 - 1590 m : 80 - 90 Fi, -10 Ta, 10 BAh
- 1600 m u. darüber : 90 - 95 Fi (Ta), 5 - 10 BAh

Diese allgemeinen Verjüngungsziele sind nach der jeweiligen Standortssituation zu differenzieren; so ist beispielsweise auf kalten, schattseitigen Standorten eine stärkere Beteiligung des Bergahorns zweckmäßig, während auf Gleyen und Oxigleyen ein höherer Tannenanteil erforderlich ist.

Auf geeigneten Standorten können Zirbe, Lärche und Kiefer als führende Baumart in Frage kommen.

Fichtenverjüngungen sind mit Vogelbeere, auf trockenen Hängen mit Mehlbeere anzureichern.

10.3 Verjüngungszeitraum

Fichten benötigen in den Hochlagen des Werdenfelser Landes bis zum Erreichen einer Wuchshöhe von 1,30 m im Durchschnitt 50 Jahre (Abschn. 6.3.4). Angesichts der Langsamkeit der natürlichen Lebens- und Wachstumsvorgänge in diesem Raum erscheint es realistisch, bei der Planung der Walderneuerung einen durchschnittlichen Verjüngungszeitraum von etwa 60 Jahren anzusetzen.

10.4 Natur- oder Kunstverjüngung

Infolge der ungünstigen Ausgangslage (Graskonkurrenz, Waldweide, Wild) wird sich ein befriedigender Erfolg der Naturverjüngung gerade bei den dringlichsten Verjüngungsobjekten (unterbestockte, vergraste Weidebestände) nur selten einstellen. Angesichts des Umfangs der dringlichen Walderneuerungsmaßnahmen, der Länge des Verjüngungszeitraums und der unter schutztechnischen Gesichtspunkten zur Verfügung stehenden Fristen sind deshalb intensive, künstliche Maßnahmen unumgänglich. Gleichzeitig ist jedoch die Naturverjüngung durch ein geeignetes Vorgehen (Hiebsführung, evtl. Bekämpfung der Konkurrenzflora) ebenfalls zu aktivieren und in planvoller Weise in den Verjüngungsgang miteinzubeziehen. Eine solche Kombination von Kunst- und Naturverjüngung wird von verschiedenen Autoren auch für andere hochgelegene Gebiete des Alpenraums empfohlen (z.B. KAHLS, 1974, KUOCH, 1972).

Die Vor- und Nachteile dieser beiden Verjüngungsarten wurden von KAHLS, 1974, einander gegenübergestellt. Danach liegen die Vorteile der Kunstverjüngung in erster Linie in einer Verkürzung des Verjüngungszeitraums und in einer rascheren Flächendeckung. Als Nachteil ist jedoch die geringere Stabilität der sich entwickelnden Bestände infolge höherer Schlankheitsgrade und kürzerer Kronen zu nennen, die zu einer größeren Gefährdung durch Wind und Schnee führt. Der Vorteil der Naturverjüngung liegt darin, daß eine größere Ungleichaltrigkeit der Bestände und damit eine schutztechnisch günstige Struktur erreicht werden kann. Außerdem wird die natürliche Rottenbildung gefördert. Als Nachteile fallen jedoch der lange Verjüngungszeitraum, die örtlich ungenügende Verjüngungsmenge und die meist wenig zielgerechte Mischung ins Gewicht. Die Kombination von Kunst- und Naturverjüngung ermöglicht die Ausnützung der jeweiligen Vorteile beider Verjüngungsarten und vermeidet die Nachteile einer alleinigen Kunstverjüngung.

10.5 Hiebsführung

Im Hochlagenbereich müssen flächige Verjüngungsverfahren in Form von größeren Kahlschlägen aus schutztechnischen Erwägungen ausscheiden. Die früher oft angewendete einzelstammweise "Pflenterung" führte nur zu einer Verlichtung und Vergrasung der Bestände, ohne daß sich ein befriedigender Verjüngungserfolg einstellte (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, 1972). Für die Verjüngung der Hochlagenbestände kommt deshalb vor allem ein femelartiges Verfahren in Betracht.

MAYER, 1967b, weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß die Fichte in den hohen Lagen der Gebirge verhältnismäßig große Ansprüche an Licht und Wärme in der Verjüngungsphase stellt und zum sicheren Ankommen Freiflächen von etwa Gruppen- bis Horstgröße benötigt. Aus diesem Grund stellt der gruppen-(horst)weise Femelschlag unter den Bedingungen der Hochlagen das am meisten erfolversprechende Verjüngungsverfahren dar. Die Größe der Hiebsfläche kann nach der Dichte und Höhe des umgebenden Bestandes sowie nach Meereshöhe, Exposition, Geländeneigung und Windeinfluß variiert werden. Von der Grundlagenforschung wären jedoch Untersuchungen über die optimale Größe und Ausformung dieser Femelflächen dringend erforderlich.

Im unteren Bereich der Hochlagen (1300-1390 m) ist auch ein Abgehen von der reinen Femelstellung zugunsten eines unregelmäßigen Schirmschlages möglich; hierfür werden große Arbeitsfelder empfohlen.

10.6 Regelung der Waldweide- und Wildfrage

Die vorgeschlagenen Verjüngungsmaßnahmen werden in ihrer Durchführbarkeit zumindest stark erschwert oder sogar verhindert, wenn es nicht gelingt, die immer wiederkehrende zahlenmäßige

Reduzierung der Verjüngungspflanzen und die Beeinträchtigung ihrer ohnehin langsamen Entwicklung infolge des Verbisses durch Weidetier und Wild drastisch zu verringern. Hinsichtlich der Realisierung der Mischbaumartenanteile wird ohne eine umfassende Regelung der Waldweide- und Wildfrage jeder Erfolg versagt bleiben.

Aus landeskulturellen Gründen müssen deshalb folgende Forderungen erhoben werden:

- Ablösung der Waldweiderechte bzw. Trennung von Wald und Weide
- Reduzierung überhöhter Schalenwildbestände.

Die Forderung nach einer Ablösung der Waldweiderechte bzw. der Trennung von Wald und Weide wird seitens einer verantwortungsbewußten Forstpolitik immer wieder vertreten. PLOCHMANN, 1969, sagt in diesem Zusammenhang:

"Es ist also allein wirtschaftlich, zuerst die Waldweide, wenn auch unter Opfern, großzügig abzulösen und dann frei von dieser Behinderung zu tun, was erforderlich ist."

Mit Recht weist jedoch PLOCHMANN darauf hin, daß die Ausübung dieses alten - im übrigen gesetzlich garantierten - Nutzungsrechts immer noch ein wesentlicher Bestandteil der Bergbauernbetriebe ist. Die Ablösung der Waldweiderechte kann deshalb nur bei großzügiger Entschädigung der Nutzungsberechtigten durchgeführt werden. Die Mittel hierfür stellen Aufwendungen dar, die nicht im Interesse der Intensivierung der Forstwirtschaft, sondern primär aus landeskulturellen Gründen erforderlich sind. In ihrer Größenordnung dürften sie jedoch weit unter den Summen liegen, die - heute unkalkulierbar - nötig wären, um die zu einem späteren Zeitpunkt sicher eintretenden Waldschäden erheblichen Umfangs im Interesse einer Fortdauer der Schutzwirkung zu reparieren oder ihre Folgen mit technischen Maßnahmen wenigstens zu verringern.

Im Gegensatz zu der sicher sehr problematischen und auch kostspieligen Regelung der Waldweidefrage dürfte eine Anpassung der Schalenwildbestände an die waldbaulichen und landeskulturellen Notwendigkeiten leichter möglich sein, da die Jagd im Untersuchungsgebiet überwiegend vom Staat in eigener Regie betrieben wird. Grundsätzlich ist die Verminderung der Wildbestände die einzige Möglichkeit, die Verjüngung in den Hochlagen vor Wildverbißschäden zu bewahren, da herkömmliche Zauntypen in der Regel den Schneekräften nicht standhalten und deshalb vor allem im Frühjahr nicht wildfrei gehalten werden können.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

1. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Bild von der Struktur, Verfassung und Dynamik des Hochlagenwaldes im Werdenfelser Land zu erarbeiten und festzustellen, ob es Anzeichen dafür gibt, daß die hochgelegenen Wälder ihre Schutzfunktion nicht mehr voll erfüllen.

2. In die Untersuchung wurde die gesamte Holzbodenfläche der Forstämter Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald oberhalb von 1400 m (auf Schattseiten oberhalb von 1300 m) Meereshöhe einbezogen (4660 ha).

In gleichmäßig systematischer Verteilung (äquidistantes Gitternetz, Abstand rd. 220 m) wurden 934 Probekreise von je 500 m^2 Größe aufgenommen. Auf diesen Probekreisen wurden die Daten von insgesamt rd. 36 000 Bestandeselementen mit einer Mindesthöhe von 1,30 m und von rd. 26 000 Verjüngungselementen mit einer Wuchshöhe von 20 - 129 cm erfaßt.

Folgende Ergebnisse der Auswertung dieses Materials sind besonders hervorzuheben:

3. Die durchschnittliche Stammzahl beträgt für das Untersuchungsgebiet 692 lebensfähige Bäume/ha (Höhenstufe 1300 - 1390 m: 994/ha, Lagen über 1600 m: 409/ha), die durchschnittliche Grundfläche erreicht einen Wert von $26,2 \text{ m}^2/\text{ha}$.
4. Der Zustand der Hochlagenwälder ist das Ergebnis einer jahrhundertelangen Waldweidenutzung - diese dauert auch heute noch an - und einer ständigen Holzentnahme durch die heimischen Gewerbetreibenden. Geht man von dieser Tatsache aus, so sind die vorzufindenden Bestockungsdichtewerte überraschend hoch. Bei einem Vergleich mit gleichfalls stark weidegenutzten Hochlagenbestockungen in Tirol schneiden die Wälder des Werdenfelser Landes relativ gut ab.

5. Aufgrund der vorgenommenen Bodenprofilansprachen läßt sich feststellen, daß im Untersuchungsgebiet überwiegend gute, auf einem Viertel der Fläche sogar ausgezeichnete Wuchsbedingungen vorhanden sind. Im Vergleich zum standörtlichen Leistungspotential sind die tatsächlichen Dichtewerte der Bestockung als Ergebnis der anthropo-zoogenen Beeinflussung oft erheblich reduziert.
6. Das Untersuchungsgebiet ist durch eine hohe potentielle Gefährdung gekennzeichnet. Bei mehr als der Hälfte der Probekreise beträgt die Hangneigung über 30° . Nach einem probekreisbezogenen Vergleich mit den Ergebnissen der Hanglabilitätskartierung der Oberforstdirektion München ist auf knapp der Hälfte der Fläche eine dauernde schutzwirksame Waldbestockung erforderlich, da hier mit schwersten Schäden gerechnet werden muß (Hanglabilitätsstufe 3).

Auf 6,4 Prozent der außerhalb des Bereiches von Gräben und Bächen gelegenen Probekreise wurden Hangabtragerscheinungen durch Schnee- und Wassererosion festgestellt. Trotz großer methodischer Schwierigkeiten scheint festzustehen, daß bei großen Hangneigungen erst sehr hohe Bestockungsdichten (Grundfläche über $40 \text{ m}^2/\text{ha}$ oder Stammzahlen über $2000/\text{ha}$, mit Einschränkungen auch Verjüngungszahlen über $3000/\text{ha}$) einen vollständigen Schutz gegen Schnee- und Wassererosionsschäden darstellen; bei extrem niedrigen Bestandesdichten (unter $10 \text{ m}^2/\text{ha}$) steigt die Häufigkeit der Schäden progressiv an.
7. Läßt man die Tatsache unberücksichtigt, daß der Zustand der Hochlagenwälder überwiegend das Ergebnis einer jahrhundertelangen Waldweide- und Holznutzung ist, sondern legt bei einer zusammenfassenden Beurteilung der Bestockungsdichten das Schwergewicht auf die optimale Erfüllung der Schutzaufgaben und auf einen Vergleich mit der potentiellen Leistungskraft des Standorts, so zeigt sich, daß auf knapp einem Viertel der Probekreise die vorher genannten hohen Bestockungsdichten eine opti-

male Schutzwirkung und eine Ausnutzung des standörtlichen Leistungspotentials garantieren.

Der überwiegende Teil der Probekreise liegt unterhalb dieses - zweifellos sehr hohen - Standards. Während 16,9 Prozent der Waldfläche bei Grundflächenwerten zwischen 30 und 40 m²/ha noch eine durchaus befriedigende Schutzwirkung aufweisen dürften, ist in dem Bereich zwischen 10 und 30 m²/ha (44,4 Prozent der Fläche) mit einer Abnahme der Schutzwirkung gegen Schnee- und Wassererosion zu rechnen; fundierte Aussagen über das Ausmaß dieser Reduktion sind jedoch bei dem derzeitigen Wissensstand nicht möglich.

Als gesichert kann hingegen gelten, daß auf 16,2 Prozent der Fläche die Bestände bei sehr geringen Grundflächen (unter 10 m²/ha) hinsichtlich ihrer Schutzwirkung völlig unzureichend sind. Diese Kategorie umfaßt eine Fläche von 730 Hektar, hiervon 380 Hektar in der stark gefährdeten Hanglabilitätsstufe 3 und 230 Hektar in der mäßig labilen Stufe 2.

8. Bei einer Analyse der Zusammensetzung des Hochlagenwaldes zeigt sich, daß in den mittleren und stärkeren Durchmesserbereichen die Anteile der Mischbaumarten durchaus befriedigen können (zum Beispiel Tanne in Lagen unterhalb von 1500 m Anteile zwischen 11 und 15 Prozent). Selbst in dem Bereich von über 1500 m Meereshöhe weisen die noch festzustellenden Anteile von Tanne und Bergahorn darauf hin, daß die Bestockung von Natur aus nicht aus reiner Fichte besteht. Bei den vorgefundenen Fichtenreinbeständen (Flächenanteil weniger als ein Drittel) dürfte es sich demnach nicht um einen natürlichen subalpinen Fichtenwald, sondern um das Ergebnis einer direkten oder indirekten menschlichen Beeinflussung handeln.

Die in den Altbeständen noch verhältnismäßig zahlreich vorhandenen Mischbaumarten sind in den untersten Durchmesserbereichen und in der Verjüngung nur so schwach vertreten, daß dies einem Totalausfall gleichkommt. Setzt sich diese Entwicklungstendenz fort, so wird die Hochlagenbestockung künftig praktisch nur aus reiner Fichte bestehen.

9. Für eine weitere Beurteilung der Entwicklungsdynamik des Hochlagenwaldes ist festzuhalten, daß die Stammzahlwerte und vor allem die Anzahl der in der untersten Durchmesserklasse von 1 - 9 cm vorzufindenden Bestockungsglieder (309 Individuen pro ha) erfreulich hoch ist. Die Stammzahlverteilungskurven lassen - allerdings bei einer nicht nach Baumarten differenzierten Betrachtungsweise - keine gravierende Störung der Walderneuerung in der weiter zurückliegenden Zeit erkennen. Im Durchmesserbereich zwischen 10 und 70 cm BHD liegt der Anteil der normalentwickelten und äußerlich gesunden, zumindest aber lebensfähigen Bäume zwischen 83 und 88 Prozent. Die Anteile der stark geschädigten, absterbenden und abgestorbenen Bestockungsglieder bewegen sich in einem durchaus tolerierbaren Rahmen. Dasselbe gilt für die Häufigkeit und Stärke von Stammfäulevorkommen. Der Fortbestand der Bestockung ist deshalb nicht unmittelbar gefährdet.

Wie die Ergebnisse von rund 2600 Altersbestimmungen zeigen, liegen die maximalen Absolutalter für die Fichte in diesem Raum bei 500 - 600 Jahren. Die Altersstreuungen in den verschiedenen Durchmesserbereichen sind enorm groß; so beträgt für die Klasse von 30 - 49 cm BHD das minimale "Brusthöhenalter" 41 und das Maximalalter 483 Jahre. Die Bäume benötigen, um eine Wuchshöhe von 1,30 m zu erreichen, durchschnittlich 50 Jahre.

Die Hochlagenwälder sind extrem ungleichaltrig aufgebaut. Selbst uniforme Fichtenkomplexe zeichnen sich durch eine differenzierte Altersstruktur aus. Allerdings ist es nicht möglich, über den Durchmesser oder die Höhe das Baumalter auch nur annähernd herzuleiten.

Die Häufigkeitsdarstellungen der Alter lassen den Schluß zu, daß der größere Teil der Bäume noch nicht in die Nähe der Altersgrenze gerückt ist. Es kann angenommen werden, daß der Ausfall von Bestandeselementen infolge Erreichens der individuellen Endalter überwiegend einzelstamm- bis truppweise erfolgen wird.

Insgesamt gesehen lassen diese Untersuchungsbefunde nicht die Deutung zu, daß alsbald ein großflächiger Zusammenbruch des Waldes zu erwarten wäre.

Allerdings bewirkt der ständige Ausfall einzelner Bestockungsglieder eine - wenn auch zunächst nur langsam fortschreitende - Reduzierung der Bestandesdichten. Dieser Prozeß ist in seiner nachteiligen Wirkung nicht zu unterschätzen, da bereits heute die vorhandene Bestockung in ihrer Dichte auf vielen Flächen nicht ausreicht, um eine optimale Erfüllung der Schutzaufgaben zu gewährleisten. Andererseits zeigen die Inventurergebnisse, daß die Verjüngung zahlenmäßig nicht ausreicht, um über den Ersatz der ausgefallenen Bestockungsglieder hinaus eine schrittweise Anhebung der Bestockungsdichten zu bewirken.

10. Hieraus ergeben sich für die Waldbehandlung der Hochlagen nachstehende Folgerungen: Es muß als langfristiges Ziel angesehen werden, die durch anthropo-zoogene Beeinflussung auf weiten Teilen der untersuchten Fläche unter das standörtliche Leistungspotential abgesenkten Bestockungsdichten zur Wiederherstellung einer optimalen Schutzbefähigung durch verstärkten Nachschub von Verjüngung wieder anzuheben. Die Aussichten, daß diesem Ziel durch die selbsttätigen Regulationsvorgänge der Natur näherzukommen ist, sind minimal. Dazu ist die Ausgangssituation durch die Lichtstellung der Weidewälder und die damit verbundene Konkurrenz der Bodenflora sowie infolge der anhaltenden Belastung durch Waldweide und hohe Schalenwildbestände zu ungünstig. Es ist deshalb erforderlich, in den Hochlagen Verjüngungsmaßnahmen größeren Umfangs in die Wege zu leiten. Hierbei kommt den Waldteilen, die in der sehr gefährdeten Hanglabilitätsstufe 3 liegen und gleichzeitig sehr unbefriedigende Bestockungsdichten aufzuweisen haben (380 Hektar), höchste Priorität zu.

Der gruppen-(horstweise) Femelschlag und eine Kombination von Kunst- und Naturverjüngung stellen unter den Bedingungen der Hochlagen das am meisten erfolgversprechende Verjüngungsverfahren dar.

Die vorgeschlagenen Verjüngungsmaßnahmen werden jedoch in ihrer Durchführbarkeit zumindest stark erschwert oder sogar verhindert, wenn es nicht gelingt, vorher die Frage der Waldweiderechte zu lösen und überhöhte Schalenwildbestände zu reduzieren.

Literatur- und Quellenverzeichnis

1. Veröffentlichungen

- ASSMANN, E. 1961: Waldertragskunde
München, Bonn, Wien, 490 S.
- BAVIER, B. 1910: Welches sind die Ursachen des
so häufigen Fehlens der natürlichen
Verjüngung in alten Fichtenbeständen
hoher Lagen, und wie kann dieser un-
günstige Zustand beseitigt werden?
Wie sind solche Bestände inskünftig
zu behandeln?
Schweiz.Z.Forstw., 61,145-152,
195-201 u. 227-236
- BAYER.STAATSMIN.F.ER- 1951: Forsteinrichtungs-Anweisung
NÄHRUNG, LANDW.U. für die Bayer. Staatswaldungen
FORSTEN (Hrsg.) München, 166 S.
- BAYER.STAATSMIN.D.INNERN, 1969: Schutz dem Bergland-Alpenplan
BAYER.STAATSMIN.F.ER- München, 76 S.
NÄHRUNG, LANDW.U.
FORSTEN
- BAYER.STAATSMIN.D.INNERN, 1972: Schutz dem Bergland -
BAYER.STAATSMIN.F.ER- Alman/Alpen in Bayern 1
NÄHRUNG, LANDW.U. München, 89 S.
FORSTEN
- BICHLMAIER, F. 1974: Beiträge zur Quantifizierung
GUNDERMANN, E. der Sozialfunktionen des Waldes
im bayerischen Hochgebirge
Forsch.ber.FFA Mchn., 21,157 S.
- BITTERLICH, W. 1959: Relaskoptechnik. Rationelle
Walddmessung durch Spiegelrelaskop
Centralbl.Ges.Forstw., 76,1-35
- BONNEMANN, A. 1966: Die Inventur Gahrenberg
GÄRTNER, E. Schriftenr.Forstl.Fak.Univ.
WEIMANN, H.J. Göttingen, 36, 77 S.
- BRAUN, R. 1969: Österreichische Forstinventur.
Methodik der Auswertung und
Standardfehler-Berechnung
Mitt.Forstl.Bundes-Versuchsanst.
Wien, 84, 60 S.
- BRAUN, R. 1975: Verfahrensmerkmale der Öster-
reichischen Forstinventuren
Allgem.Forst-Jagdztg., 146,2-6

BUNDESMINISTERIUM FÜR
LAND- UND FORST-
WIRTSCHAFT (Hrsg.)

1972: Schutzwaldsanierung und
Hochlagenaufforstung
Wien, 128 S.

CASPAR, W.

1962: Die Schneedecke in der Bundes-
republik Deutschland
Offenbach a.M., 456 S.

DANZ, W.

1970: Aspekte einer Raumordnung
in den Alpen
WGI-Berichte zur Regionalforschung
1, 306 S.

DANZ, W.,
KARL, J.,
TOLDRIAN, H.

1971: Über den Waldzustand im
oberbayerischen Hochgebirge
Forstwiss.Centralbl., 90,87-103

DEUTSCHER WETTERDIENST
IN DER US-ZONE (Hrsg.)

1952: Klima-Atlas von Bayern
Bad Kissingen, 83 S.

DIXON, W.J. (Hrsg.)

1964: Biomedical computer programs
Department of Preventive Medicine
and Public Health,
University of California,
Los Angeles, 585 S.

DOMES, N.

1936: Die klimatisch bedingte Abnahme
des Ertrages von Wald und Weide
im Gebirge
Wien und Leipzig, 256 S.

ECKHART, G.,
FRAUENDORFER, R.,
NATHER, J.

1961: Die Wälder der Gemeinde Jul-
bach, unter besonderer Berücksich-
tigung der stufig aufgebauten
Mischwälder
Mitt.Forstl.Bundes-Versuchsanst.
Mariabrunn, 58, 93 S.

EICHRODT, R.

1969: Über die Bedeutung von Moder-
holz für die natürliche Verjüngung
im subalpinen Fichtenwald
Diss. ETH Zürich, 122 S.

FISCHBACHER, G.

1956: Über das Waldweideproblem
und die Bergbauernfrage
Bayer.Landwirtsch.Jahrb., 33, 114 S.

FISCHER, F.

1966: Der Aletschwald
Beih.z.d.Zeitschr.d.Schweiz.Forst-
vereins, 41, 79 S.

FISCHER, F.

1969: Zur Frage der Stammzahlentwick-
lung im Verlaufe der Bestandes-
entwicklung
Beih.z.d.Zeitschr.d.Schweiz.Forst-
vereins, 46, 97-106

- FISCHER, F.,
SCHMID, P.,
HUGHES, B. 1959: Anzahl und Verteilung der in
der Schneedecke angesammelten
Fichtensamen
Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw.,
35, 459-479
- FLURY, Ph. 1929: Über den Aufbau des Plenter-
waldes
Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw.,
15, 305-377
- FRANZ, F. 1973 a: Bayerische Waldinventur
1970/71 und Holzaufkommensprognose
für Bayern - Verfahrensgrundlagen
und Aussagemöglichkeiten
Allgem.Forstz., 28,552-558
- FRANZ, F. 1973 b: Einführung in die Methodik
der Waldinventur und Darstellung
der Auswertungsmöglichkeiten
Forsch.ber.FFA Mchn., 16,1-16
(Tabellenanhang)
- FRANZ, F. 1975: Verfahrensmerkmale der Bayeri-
schen Großrauminventur
Allgem.Forst-Jagdztg., 146,6-10
- FRAUENDORFER, R. 1958: Betriebswirtschaftliche Unter-
suchungen im steirischen Bauernwald
Schriftenr.Forstl.Bundes-Versuchsanst.
Mariabrunn, 7, 157 S.
- FRÖDIN, J. 1940: Zentraleuropas Alpwirtschaft
Oslo, 577 S.
- FRÖHLICH, J. 1951: Urwaldpraxis
Radebeul und Berlin, 200 S.
- GÄNSSLER, F.G. 1935: Die Überfremdung forstberech-
tigter Anwesen im oberbayerischen
Gebirg
München, 63 S.
- GRACANIN, Z. 1970: Nutzung und Schutz von Böden
aus Carbonatgesteinen im Bereich
der alpinen Waldgrenze
Forstarchiv, 41,169-173
- GROTTENTHALER, W.,
LAATSCH, W. 1973: Untersuchungen über den Hang-
abtrag im Lainbachtal bei Benedikt-
beuren
Forstwiss.Centralbl., 92,1-19

- HARTMANN, F.K. 1956: Waldgesellschaften der Bergmischwaldstufe aus dem bayerischen Randalpengebiet in ihrem Aufbau und ihrer waldbaulichen Bedeutung Forstarchiv, 27, 48-55
- HASENKAMP, J.G. 1954: Die Genauigkeit der systematischen Stichprobenahme bei forstlichen Vorratsinventuren Mitt.Bundesforschungsanst.Forst-Holzwirtsch., 35, 62 S.
- HELM, A. 1952: Das Forstamt Partenkirchen Diss.Univ.Freiburg, 230 S.
- HILLGARTER, F.-W. 1971: Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatlè/Brigels Diss.ETH Zürich, 80 S.
- HUBER, A. 1929: Das Klima des bayerischen Alpenanteils und seines Vorlandes München, 33 S.
- JOBST, E. 1962: Über die Beziehungen zwischen Land- und Forstwirtschaft im oberbayerischen Bergbauerngebiet Mitt.Staatsforstverwalt.Bay., 32, 165 S.
- JUGOVIZ, R.A. 1908: Wald und Weide in den Alpen Wien, 98 S.
- KAHLS, J. 1974: Struktur und Entwicklungsdynamik im subalpinen Fichtenwald Schloßberg/Lienz Diss.Hochsch.f.Bodenkultur, Wien, 130 S.
- KARGL, J. 1947: Die Almwirtschaft im Bezirk Garmisch Diss.TH München, 292 S.
- KARL, J. 1967: Um die Zukunft der bayerischen Gebirgslandschaft Allgem.Forstz. 22, 526-529
- KARL, J.
DANZ, W. 1969: Der Einfluß des Menschen auf die Erosion im Bergland Schriftenr.Bayer.Landesstelle f. Gewässerkunde, 1, 98 S.
- KENNEL, E. 1973: Bayerische Waldinventur 1970/71 - Inventurabschnitt I: Großrauminventur. Aufnahme- und Auswertungsverfahren Forsch.ber.FFA Mchn., 11, 143 S.

- KERNER v. MARILAUN, A. 1867: Die Alpenwirtschaft in Tirol, ihre Entwicklung, ihr gegenwärtiger Betrieb und ihre Zukunft
Österr.Revue 1863-67, Nachdruck Berlin, 177 S.
- KÖSTLER, J.N. 1956: Allgäuer Plenterwaldtypen
Forstwiss.Centralbl., 75,423-468
- KÖSTLER, J.N. 1958: Plenterbestände im Bregenzer Wald
Centralbl.Ges.Forstw., 75,224-256
- KUOCH, R. 1965: Der Samenfall 1962/63 an der oberen Fichtenwaldgrenze im Sertigtal
Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw., 41,61-85
- KUOCH, R. 1972: Zur Struktur und Behandlung von subalpinen Fichtenwäldern
Schweiz.Z.Forstw., 123,77-89
- KUOCH, R.,
FEDERER, W.,
FRIES, de, J. 1964: Konstruktion und Einsatz von Zauntypen für schneereiche Lagen
Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw., 40,247-331
- KUOCH, R.,
AMIET, R. 1970: Die Verjüngung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen
Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw., 46,165-313
- KURTH, A.,
WEIDMANN, A.,
THOMMEN, F. 1960: Beitrag zur Kenntnis der Waldverhältnisse im Schweizerischen Nationalpark
Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw., 36,221-378
- LAATSCH, W. 1971: Bodenschutz im Bergland des bayerischen Alpengebietes
Forstwiss.Centralbl., 90,159-174
- LAATSCH, W.,
GROTTENTHALER, W. 1972: Typen der Massenverlagerung in den Alpen und ihre Klassifikation
Forstwiss.Centralbl., 91,309-339
- LAATSCH, W.,
GROTTENTHALER, W. 1973: Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach
Bayer.Staatsmin.f.Ernährung, Landw. u.Forsten (Hrsg.), 57 S.
- LEIBUNDGUT, H. 1938: Wald- und Wirtschaftsstudien im Lötschental
Diss.ETH Zürich, 150 S.

- LEIBUNDGUT, H. 1945: Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw., 24,219-292
- LEIBUNDGUT, H. 1959: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern Schweiz.Z.Forstw., 110,111-124
- LEIBUNDGUT, H. 1972: Struktur eines Emmentaler Plenterwaldes Forstwiss.Centralbl., 91,222-237
- LOETSCH, F. 1975: Einige Überlegungen zur Zielsetzung und zur Wahl der Methodekomponenten für forstliche Großrauminventuren in der BRD Allgem.Forst-Jagdtz., 146,10-15
- MAGIN, R. 1949: Der Einfluß der Waldweide im oberbayerischen Hochgebirge auf Boden, Zuwachs und Ertrag des Waldes Diss.Univ.München, 116 S.
- MAGIN, R. 1959: Struktur und Leistung mehrschichtiger Mischwälder in den bayerischen Alpen Mitt.Staatsforstverwalt.Bay., 30,1-162
- MAIR, N. 1967: Zuwachs- und Ertragsleistung subalpiner Wälder Mitt.Forstl.Bundes-Versuchsanst.Wien, 75,383-426
- MAYER, H. 1966: Analyse eines urwaldnahen, subalpinen Lärchen-Fichtenwaldes (Piceetum subalpinum) im Lungau Centralbl.Ges.Forstw., 83,129-151
- MAYER, H. 1967 a: Das Fichten-Naturwaldreservat Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach Centralbl.Ges.Forstw., 84,279-307
- MAYER, H. 1967 b: Zur Behandlung überalterter Gebirgswälder Schweiz.Z.Forstw., 118,335-372
- MAYER, H. 1973: Möglichkeiten und Grenzen der Schalenwildhege im Gebirgswald Beih.z.d.Zeitschr.d.Schweiz.Forstvereins, 52,90-118

- MAYER, H. 1975: Notwendige Maßnahmen zur Lösung der Wildfrage im Schutzwaldbereich Allgem.Forstz., 30,51-53
- MAYER, H.,
SCHENKER, S.,
ZUKRIGL, K. 1972: Der Urwaldrest Neuwald beim Lahnsattel Centralbl.Ges.Forstw., 89,147-190
- MAYER-WEDELIN, H.,
MÖHRING/SCHULZ-
BRÜGGEMANN, M. 1952: Untersuchungen über den Bestandesaufbau im Kleinen Urwald des Rothwaldes Zentralbl.f.d.ges.Forst- u.Holz- wirtsch., 71,303-331
- MEISTER, G. 1969: Ziele und Ergebnisse forstlicher Planung im oberbayerischen Hochgebirge Forstwiss.Centralbl., 88,97-130
- MITSCHERLICH, G. 1952: Der Fichten-Tannen-(Buchen)- Plenterwald Schriftenr.Bad.Forstl.Versuchsanst., 8, 41 S.
- MITSCHERLICH, G. 1961: Untersuchungen in Plenterwäldern des Schwarzwaldes Allgem.Forst-Jagdztg., 132,61-73,85-95
- OBERDORFER, E. 1951: Die Schafweide im Hochgebirge Forstwiss.Centralbl., 70,117-124
- PECHMANN, H.v. 1932: Beiträge zur Geschichte der Forstwirtschaft im oberbayerischen Hochgebirge Forstwiss.Centralbl. 54,605,645,693 u.721
- PLOCHMANN, R. 1956: Bestockungsaufbau und Baumartenwandel nordischer Urwälder Forstwiss.Forschungen, 6, 96 S.
- PLOCHMANN, R. 1969: Die Waldweide im oberbayerischen Bergbauerngebiet: Lehren der Geschichte - Probleme der Zukunft Der Almbauer, 21,163-173 u. 193-198
- REICHSAMT FÜR WETTERDIENST 1939: Klimakunde des Deutschen Reiches Berlin, 560 S.
- SACHS, L. 1974: Angewandte Statistik Berlin, Heidelberg, New York, 545 S.

- SCHIECHTL, H.M. 1967: Die Physiognomie der potentiellen natürlichen Waldgrenze und Folgerungen für die Praxis der Aufforstung in der subalpinen Stufe Mitt.Forstl.Bundes-Versuchsanst.Wien, 75,5-47
- SCHMID, P. 1967: Die Weiterentwicklung der Leistungskontrolle in der Schweiz Wiss.Z.Tech.Univers.Dresden 16,545-549
- SOMMER, H.G. 1962: Alter und Baumhöhen in Plenterbeständen Forstwiss.Centralbl., 81,11-17
- SYRUTSCHEK, J. 1880: Untersuchungen über den Wachstumsgang vom Weidevieh verbissener Fichten Centralbl.Ges.Forstw., 6,466-470
- TRUBIG, J. 1938: Vergleichende Versuche über Ertragsleistungen von Waldweide und offener Weide auf Alpen Österr.Vierteljahresschr.f.Forstw., 88,83-109
- TSCHERMAK, L. 1910: Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten Centralbl.Ges.Forstw., 36,340-370
- TSCHERMAK, L. 1950: Waldbau auf pflanzengeographisch-ökologischer Grundlage Wien, 722 S.
- VYSKOT, M. 1968: Pralesovita rezervace Boubín na Sumave (dt.Zusammenf.) Lesnický Casopis, 14,101-118
- WICHMANN, H. (Hrsg.) 1972: Die Zukunft der Alpenregion München, 197 S.
- WILHELM, F. 1975: Schnee- und Gletscherkunde Berlin, New York, 434 S.
- ZEDERBAUER, E. 1914: Versuche über die Waldweide Mitt.a.d.Forstl.Versuchsw.Österr. 38,78-83
- ZÖHRER, F. 1974: Waldinventur als Ingenieurwissenschaft Mitt.Bundesforschungsanst.Forst-Holzwirtsch., 99,1-14
- ZÖTL, G. 1831: Handbuch der Forstwirtschaft im Hochgebirge Wien, 558 S.

ZUKRIGL, K.,
ECKHART, G.
NATHER, J.

1963: Standortskundliche und wald-
bauliche Untersuchungen in Urwald-
resten der niederösterreichischen
Kalkalpen
Mitt.Forstl.Bundes-Versuchsanst.
Mariabrunn, 62, 244 S.

2. Karten

BAYER.GEOLOGISCHES
LANDESAMT

1966: Geologische Karte von Bayern
1:2500 Blatt Nr.8533/8633

BAYER.GEOLOGISCHES
LANDESAMT

1967: Geologische Karte von Bayern,
Blatt Nr.8431

OBERFORSTDIREKTION
MÜNCHEN

1961-1968: Nutzungskarten für die
Forstämter Garmisch, Partenkirchen
und Mittelwald 1:10 000

OBERFORSTDIREKTION
MÜNCHEN

1973: Karten der Hanglabilitäts-
formen und -stufen im Lkr.Garmisch-
Partenkirchen 1:25 000

REIS, O.M.
PFAFF, F.W.

1910: Geologische Karte des Wetter-
steingebirges 1:25 000 München

3. Unveröffentlichte Quellen

FRANZ, F.

1973: Mündliche Mitteilung

LAATSCH, W.

1974: Mündliche Mitteilung

LAATSCH, W.

1975: Neue Beobachtungen über den
Hangabtrag durch Schnee in den Alpen
(Kolloquium)
Seminar des Instituts für Bodenkunde
und Standortlehre der Forstlichen
Forschungsanstalt München

SCHMID, P.

1972: Mündliche Mitteilung

L e b e n s l a u f

Am 18. Dezember 1940 wurde ich als Sohn des Dipl.Ing. Hartwig Löw und seiner Ehefrau Frieda, geb. Wolf, in Eger geboren. Nach dem Besuch der Grundschule und des Humanistischen Gymnasiums in Weiden/Opf. und München-Pasing legte ich dort im Juni 1960 die Reifeprüfung ab.

Das Studium der Forstwissenschaft begann ich nach Ableistung der halbjährigen praktischen Lehrzeit im Sommersemester 1961 an der Universität München und beendete es im Wintersemester 1964/65 mit der Diplomprüfung.

Nach der anschließenden dreijährigen Vorbereitungszeit bei der Bayer. Staatsforstverwaltung legte ich 1968 die Große Forstliche Staatsprüfung ab. In der Zeit von Mai 1968 bis April 1970 war ich als Forstassessor der Oberforstdirektion Bayreuth zugeteilt, seit Mai 1970 bin ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Waldbauinstitut der Forstlichen Forschungsanstalt München tätig.

